



TUGAS AKHIR SS141501

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI *PNEUMONIA* PADA BALITA DI KOTA SURABAYA MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

ARGITA CHINTYA DEVI NUGROHO
NRP 1311 100 131

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si.

JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR SS141501

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PNEUMONIA IN CHILDREN IN SURABAYA USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION

ARGITA CHINTYA DEVI NUGROHO
NRP 1311 100 131

Lectur Advisor
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M. Si.

Undergraduate Programme of statistics
Faculty of Mathematics and Natural Science
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PNEUMONIA PADA BALITA DI KOTA SURABAYA MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

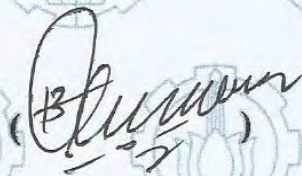
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada
Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ARGITA CHINTYA DEVI NUGROHO
NRP. 1311 100 131

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :
Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si
NIP. 19650603 198903 1 003



Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, JULI 2015



ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PNEUMONIA PADA BALITA DI KOTA SURABAYA MENGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE

Nama : Argita Chintya Devi Nugroho
NRP : 1311100131
Jurusan : Statistika FMIPA – ITS
Dosen : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M. Si.
Pembimbing

Abstrak

Pneumonia merupakan infeksi paru-paru yang bisa menyebabkan kematian, *pneumonia* merupakan penyakit penyebab kematian tertinggi pada balita. Surabaya menduduki peringkat ke-empat setelah Gresik, Bojonegoro dan Sidoarjo. Telah ditemukan sebanyak 4.665 kasus 29,18% dari 22.454 perkiraan balita yang menderita *pneumonia*, kemudian tahun 2013 turun menjadi 20,78%. Tujuan keempat MDGs yaitu menurunkan angka kematian anak dengan target menurunkan angka kematian balita pada tahun 2015 dua per tiga dari tahun 1990 atau 32 kematian per 1000 kelahiran hidup. Untuk mengatasi masalah tersebut perlu diselidiki faktor-faktor yang diduga berpengaruh dalam peningkatan jumlah penderita *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya tahun 2013. Adapun faktor-faktor tersebut yaitu persentase balita gizi buruk, persentase balita yang mendapat suplemen vitamin A, persentase berat bayi lahir rendah, persentase balita imunisasi campak dan pelayanan kesehatan balita. Karena pola data tersebut tidak mengikuti pola data tertentu, maka dilakukan pemodelan dengan menggunakan regresi nonparametrik spline. Model terbaik didapatkan dari titik knot optimal berdasarkan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV) terkecil. Berdasarkan penelitian ini, model regresi nonparametrik spline terbaik dengan kombinasi titik knot (3,2,3,3,3) dengan semua variabel signifikan yaitu persentase balita gizi buruk (X_1), persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2), persentase berat bayi lahir rendah (X_3), imunisasi campak (X_4) dan pelayanan kesehatan balita (X_5). Model tersebut memiliki R^2 sebesar 97,224%.

Kata kunci : GCV, *Pneumonia*, Regresi Nonparametrik, Spline, Titik knot

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALYSIS OF FACTORS AFFECTING THE PNEUMONIA IN CHILDREN IN SURABAYA USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION

Creator : Argita Chintya Devi Nugroho
NRP : 1311100131
Department : Statistics FMIPA - ITS
Supervisor : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M. Si.

Abstract

Pneumonia is a lung infection that can cause death, pneumonia is the leading causes of death in infants. Surabaya was ranked fourth after Gresik and Sidoarjo Bojonegoro. Have found as many as 4665 cases of 29.18% of the estimated 22,454 children under five who suffer from pneumonia, later in 2013 fell to 20.78%. Fourth MDG goal is to reduce child mortality by the target reduction in child mortality by the year 2015 two-thirds of 1990 or 32 deaths per 1,000 live births. To overcome these problems need to be investigated factors thought to influence in an increasing number of patients with pneumonia in infants in the city of Surabaya in 2013. As these factors are the percentage of malnourished children under five, the percentage of children who received vitamin A supplements, the percentage of low birth weight, the percentage of children immunized against measles and infant health care. Because the data patterns do not follow the pattern of specific data, then performed using nonparametric regression modeling with spline. The best model is obtained from the point of optimal knots based on the Generalized Cross Validation (GCV) the smallest. Based on this research, spline nonparametric regression models with the best combination knots points (3,2,3,3,3) with all significant variable is the percentage of children malnutrition (X1), the percentage of infants receive supplements of Vitamin-A (X2), the percentage by weight low birth (X3), measles immunization (X4) and infant health services (X5). The model has a R2 of 97.224%.

Keywords: *GCV, Pneumonia, Nonparametric Regression, Spline, Knot points*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, inayah, dan karunia-Nya, serta sholawat dan salam tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Syukur alhamdulillah dipanjatkan kepada Allah SWT atas ridho dan rahmat-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul.

“ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PNEUMONIA PADA BALITA DI KOTA SURABAYA MENGGUNAKAN REGRESI NONPARAMETRIK”

dapat diselesaikan tepat waktu. Proses penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga yang telah mendoakan dan senantiasa memberikan semangat, pengorbanan, motivasi serta dukungan selama ini.
2. Bapak Prof. Dr. Drs I Nyoman Budiantara, M.Si selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan ilmu, waktu, dan pengarahan kepada penulis.
3. Ibu Drs. Madu Ratna, M.Si dan Ibu Dr. Vita Ratnasari, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran demi perbaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, M.T selaku Ketua Jurusan Statistika ITS.
5. Ibu Santi Putri selaku dosen wali yang telah memberi pengarahan dan wawasan seputar akademik.
6. Teman-teman seperjuangan Tugas Akhir: sosialita dan juga (Nurul, Nawaafila, Windi, Giriesa, Leisa, Mbak Audie dan Mbak Anindya) selaku teman satu dosen pembimbing.
7. Seluruh keluarga besar Jurusan Statistika FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, khususnya Σ22 atas kebersamaan dan kehangatannya
8. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan beberapa pihak. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik dari pembaca demi perbaikan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Surabaya, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Analisis Regresi	8
2.3 Regresi Nonparametrik Spline	8
2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal	10
2.5 Pengujian Parameter Model.....	10
2.5.1 Pengujian Parameter Model Secara Serentak.....	10
2.5.2 Pengujian Parameter Model Secara Parsial.....	11
2.6 Pengujian Asumsi Residual	12
2.6.1 Asumsi Identik.....	13
2.6.2 Asumsi Independen.....	14
2.6.3 Asumsi Distribusi Normal.....	15
2.7 Penyakit <i>Pneumonia</i> (Radang Paru-paru)	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data	17

3.2 Variabel Penelitian	17
3.3 Langkah-langkah Penelitian	22
3.4 Diagram Alir	22
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Persentase <i>Pneumonia</i> pada Balita di Kota Surabaya.....	25
4.1.1 Persentase Balita Gizi Buruk (X_1)	28
4.1.2 Persentase Balita yang Mendapat Suplemen Vitamin-A(X_2)	28
4.1.3 Persentase Berat Bayi Lahir Rendah/BBLR (X_3)	29
4.1.4 Persentase Balita Imunisasi Campak (X_4)	30
4.1.5 Persentase Pelayanan Kesehatan Balita (X_5)	31
4.2 Analisis Faktor-faktor yang diduga Mempengaruhi <i>Pneumonia</i> pada Balita di Kota Surabaya	32
4.2.1 Pola Data Antara Persentase <i>Pneumonia</i> pada Balita dengan Variabel yang Diduga Mempengaruhi.....	32
4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	33
4.2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot.....	34
4.2.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot	35
4.2.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot.....	36
4.2.2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot.....	39
4.2.2.5 Pemilihan Model Terbaik	40
4.2.3 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline	41
4.2.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline.....	42
4.2.4.1 Uji Serentak	42
4.2.4.2 Uji Parsial	43
4.2.5 Pengujian Asumsi Residual.....	44

4.2.5.1 Asumsi Identik	45
4.2.5.2 Asumsi Independen	46
4.2.5.3 Asumsi Distribusi Normal	47
4.2.6 Nilai Koefisien Determinasi (R^2)	48
4.2.7 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	55
5.2 Saran.....	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	61
BIODATA PENULIS	91

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 <i>Analysis of Variance</i> Model Regresi	11
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	17
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Faktor-faktor yang diduga Mempengaruhi <i>Pneumonia</i> pada Balita di Kota Surabaya	26
Tabel 4.2 Nilai GCV dengan Satu Titik Knot	34
Tabel 4.3 Nilai GCV dengan Dua Titik Knot	35
Tabel 4.4 Nilai GCV dengan Dua Titik Knot (Lanjutan)	36
Tabel 4.5 Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot.....	37
Tabel 4.6 Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot (Lanjutan).....	38
Tabel 4.7 Nilai GCV dengan Kombinasi Titik Knot	39
Tabel 4.8 Nilai GCV dengan Kombinasi Titik Knot (Lanjutan)	40
Tabel 4.9 Nilai GCV Minimum Setiap Pemilihan Titik Knot Optimal	41
Tabel 4.10 Analisis Ragam Uji Serentak	43
Tabel 4.11 Hasil Uji Parsial	43
Tabel 4.12 Hasil Uji Parsial (Lanjutan)	44
Tabel 4.13 Analisi Ragam Uji Glejser	46

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 3.1	Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian 24
Gambar 4.1	Diagram Batang Persentase <i>Pneumonia</i> pada Balita di Kota Surabaya 25
Gambar 4.2	Diagram Batang Persentase Balita Gizi Buruk di Kota Surabaya 28
Gambar 4.3	Diagram Batang Persentase Balita yang Mendapat Suplemen Vitamin-A di Kota Surabaya 29
Gambar 4.4	Diagram Batang Persentase Berat Bayi Lahir Rendah di Kota Surabaya 29
Gambar 4.5	Diagram Batang Persentase Balita Imunisasi Campak di Kota Surabaya 30
Gambar 4.6	Diagram Batang Persentase Pelayanan Kesehatan Balita di Kota Surabaya 31
Gambar 4.7	<i>Scatterplot</i> antara Persentase <i>Pneumonia</i> pada Balita dengan Lima Variabel Prediktor 33
Gambar 4.8	<i>Scatterplot</i> antara Residual dengan \hat{y} 45
Gambar 4.9	Plot ACF Residual 47
Gambar 4.10	Hasil Uji <i>Kolmogorv-Smirnov</i> 48

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pneumonia adalah infeksi yang menyebabkan paru-paru meradang. Kantong-kantong udara dalam paru yang disebut alveoli dipenuhi nanah dan cairan, sehingga kemampuan menyerap oksigen menjadi berkurang dan terjadi sesak nafas yang serius. Kekurangan oksigen membuat sel-sel tubuh tidak bisa bekerja karena inilah, penderita *pneumonia* bisa meninggal. Penyakit ini sering dikenal dari bagian penyakit ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) yang berkelanjutan. ISPA dibagi menjadi dua bagian yaitu infeksi pernapasan bagian atas dan infeksi pernapasan bawah. Biasanya, yang dimaksud dengan *pneumonia* sekarang adalah yang dulunya disebut dengan ISPA sedang dan ISPA berat. Sebenarnya *pneumonia* bukanlah penyakit tunggal. Penyebabnya bisa bermacam-macam dan diketahui ada 30 sumber infeksi dengan sumber utama bakteri, virus, mikoplasma, jamur, dan senyawa kimia serta partikel (Pdpersi, 2012). Gejala *pneumonia* pada anak balita antara lain: demam, menggigil, batuk, sesak nafas, terdengar bunyi dengkur ketika bernafas, nafas yang berat hingga menyebabkan tulang rusuk berkontraksi/nyeri dada, muntah, sakit di bagian leher, sakit perut, penurunan kemampuan tubuh untuk beraktivitas, kehilangan nafsu makan, dehidrasi dan pada kasus yang parah *pneumonia* pada anak menyebabkan bibir dan kuku berwarna keabu-abuan (Pondok Ibu, 2012). Para ahli kesehatan mengelompokkan penyakit *pneumonia* ke dalam golongan infeksi akut yang menyerang saluran pernafasan dan memerlukan tindakan medis yang serius.

Kasus *pneumonia* sebagai pembunuh utama anak usia balita, karena dalam setiap tahunnya dapat menyebabkan lebih dari 2 juta anak usia balita meninggal di negara berkembang. Maka, program penemuan penderita *pneumonia* balita terus ditingkatkan. Menurut laporan WHO, sekitar 800.000 hingga 1

juta anak meninggal dunia tiap tahun akibat *pneumonia*. Bahkan UNICEF dan WHO menyebutkan *pneumonia* sebagai kematian tertinggi anak balita, melebihi penyakit-penyakit lain seperti campak, malaria serta AIDS. Hal ini lebih parah jika dibandingkan dengan 800.000 anak yang diperkirakan meninggal akibat malaria dan sekitar 300.000 anak balita yang diperkirakan meninggal karena AIDS dari sekitar 3 juta kematian AIDS total (WHO, 2012).

Kota Surabaya merupakan ibukota provinsi Jawa Timur, dan sekaligus menjadi kota metropolitan terbesar di provinsi tersebut. Surabaya merupakan kota terbesar kedua di Indonesia setelah Jakarta. Kota Surabaya juga merupakan pusat bisnis, perdagangan, industri, dan pendidikan di Jawa Timur. Kota ini terletak 789 km sebelah timur Jakarta, atau 426 km sebelah barat laut Denpasar, Bali. Surabaya memiliki luas sekitar 333,063 km² dengan penduduknya berjumlah 2.813.847 jiwa pada tahun 2014. Namun demikian, berdasarkan (Dinkes, 2012) data tentang *pneumonia*, Surabaya menduduki peringkat ke-4 setelah Kabupaten Gresik, Bojonegoro dan Sidoarjo. Telah ditemukan sebanyak 4.665 kasus (29,18%) dari 22.454 perkiraan balita yang menderita *pneumonia*. Seluruh kasus *pneumonia* balita yang ditemukan telah ditangani sesuai standar. Apabila dibandingkan dengan tahun sebelumnya terlihat adanya penurunan kasus *pneumonia* balita yang ditemukan dari 29,18% pada tahun 2012 menjadi 20,78% pada tahun 2013 (Dinkes, 2013).

Tujuan keempat MDGs yaitu menurunkan angka kematian anak dengan target menurunkan angka kematian balita pada tahun 2015 dua per tiga dari tahun 1990 atau 32 kematian per 1000 kelahiran hidup (MDGs, 2008). Salah satu upaya menurunkan angka kematian balita adalah dengan menurunkan angka kematian balita akibat *pneumonia* (Kemenkes RI, 2012). Namun, karena banyak dan besarnya kasus *pneumonia* sehingga akan menyebabkan banyak negara yang tidak akan berhasil untuk mencapai tujuan tersebut kecuali jika negara yang bersangkutan memberikan cukup perhatian terhadap pencegahan dan

pengendalian terhadap *pneumonia*. Keterlambatan penanganan kasus *pneumonia* pada balita masih menjadi faktor penyebab tingginya angka kematian balita. Untuk itu perlu digiatkan penyuluhan pada masyarakat tentang gejala atau tanda awal *pneumonia* dan bahaya yang mengancam balita bila terlambat menanganinya. Kemampuan petugas dalam mendiagnosa secara dini penyakit ini mutlak diperlukan supaya tidak ada keterlambatan penanganan. Kualitas lingkungan, status gizi, maupun perilaku pengasuhan merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya kasus *pneumonia* pada balita (Dinkes, 2013).

Penelitian sebelumnya mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah penderita *pneumonia* dilakukan oleh Santoso (2012) dengan menggunakan metode Pendekatan *Geographically Weighted Regression* (GWR) yang menghasilkan R^2 lebih besar dari model regresi, yaitu 46,54% dan SSE yang lebih kecil, yaitu 19,77945. Dalam penelitian tersebut menggunakan variabel prediktor persentase balita gizi buruk, persentase balita mendapat suplemen vitamin A, persentase berat bayi rendah dan persentase bayi mendapat imunisasi. Faktor yang berpengaruh terhadap *pneumonia* balita di Jawa Timur adalah pemberian vitamin A dan balita mendapat imunisasi. Penelitian serupa dilakukan oleh Noviana (2013) dengan menggunakan variabel status gizi, pemberian vitamin A, pemberian imunisasi campak, pemberian imunisasi hepatitis B, pemberian vaksin DPT, perokok aktif di dalam rumah, klasifikasi tempat tinggal, lama pemberian ASI, dan pemberian ASI pada balita. Penelitian lain juga dilakukan oleh Hidayah (2010) dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan R^2 lebih baik dibandingkan dengan regresi linier berganda sebesar 61,11%. Dalam penelitian ini variabel yang digunakan adalah jumlah industri besar, jumlah industri kecil, jumlah puskesmas, persentase rumah sehat, persentase rumah tangga berperilaku bersih dan sehat, persentase kepadatan penduduk, persentase balita gizi buruk, dan persentase balita mendapat ASI eksklusif.

Penelitian Hartati (2011) dengan menggunakan variabel lengkap, meliputi : faktor anak balita (usia, riwayat pemberian ASI, status gizi, imunisasi campak, dan imunisasi DPT), faktor lingkungan (pengetahuan ibu, kepadatan hunian, dan ventilasi udara rumah), faktor perilaku (kebiasaan merokok), dan faktor pelayanan kesehatan balita.

Regresi Spline pernah dilakukan oleh Sari (2010) dengan pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk di Kabupaten Sampang dengan menggunakan regresi nonparametrik spline. Faktor-faktor yang mempengaruhi gizi buruk balita di Kabupaten Sampang yaitu bayi berat lahir rendah (X_1), ketersediaan posyandu (X_2), balita yang mendapatkan pelayanan kesehatan (X_3), balita yang mendapatkan vitamin A (X_4) dan balita yang mendapatkan ASI Eksklusif (X_5). Nilai koefisien determinasi atau R^2 sebesar 87,45% sehingga dapat dikatakan bahwa model regresi nonparametrik spline yang dihasilkan merupakan model yang baik dan layak digunakan untuk pemodelan. Spline adalah salah satu suatu *piecewise polinomial*, yaitu polinomial yang memiliki sifat tersegmen (Budiantara, 2006). Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan pola perilaku data pada interval yang berbeda (Budiantara, 2007).

Berdasarkan uraian latar belakang sebelumnya, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh dalam peningkatan jumlah penderita *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya.. Karena pola data faktor-faktor yang berpengaruh tersebut pada jumlah penderita *pneumonia* balita tidak mengikuti pola data tertentu, maka dilakukan pemodelan dengan menggunakan regresi nonparametrik spline. Keunggulan menggunakan metode regresi nonparametrik ini yaitu dapat memodelkan data dimana bentuk kurva regresinya tidak diketahui polanya sehingga data diharapkan mencari sendiri bentuk estimasi kurva regresinya tanpa dipengaruhi oleh subjektivitas peneliti. Dengan kata lain, regresi nonparametrik memiliki fleksibilitas yang tinggi (Eubank, 1988).

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang telah diuraikan bahwa Kota Surabaya mempunyai persentase *pneumonia* pada balita yang tinggi, sehingga untuk menurunkan persentase tersebut perlu dilakukan sebuah analisis untuk mencari dan memodelkan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi *pneumonia* pada balita. Adapun variabel yang akan diduga berpengaruh adalah persentase balita gizi buruk (X_1), persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2), persentase berat bayi lahir rendah (X_3), imunisasi campak (X_4) dan pelayanan kesehatan balita (X_5). Sehingga, rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik penderita *pneumonia* pada balita serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Kota Surabaya tahun 2013?
2. Bagaimana pemodelan dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi penderita *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya menggunakan pendekatan regresi *nonparametrik spline*?

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan adalah sebagai berikut.

1. Menganalisa secara deskriptif karakteristik penderita *pneumonia* pada balita serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di Kota Surabaya tahun 2013.
2. Mengetahui model dan menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi penderita *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya menggunakan pendekatan regresi *nonparametrik spline*.

1.4 Manfaat

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Menjadi sebuah wacana aplikasi regresi spline di bidang Kesehatan.

2. Memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang diduga mempengaruhi penderita *pneumonia* pada balita serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Kota Surabaya.
3. Memberikan masukan kepada Institut terkait dalam menentukan kebijakan dalam mengupayakan kesehatan para balita.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Unit pengamatan adalah kecamatan di Surabaya, yang berjumlah 31 kecamatan.
2. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV (*Generalized Cross Validation*) dan model regresi spline yang digunakan adalah spline linier satu knot, dua knot, tiga knot, dan kombinasi titik knot.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah suatu metode statistika yang digunakan untuk dapat memperoleh informasi dari data yang merupakan hasil pengamatan. Beberapa ukuran yang sering digunakan untuk memberikan informasi mengenai gugus data adalah ukuran pemusatan data dan ukuran penyebaran data, yang digunakan sebagai ukuran numerik untuk menjelaskan karakteristik data. Ukuran pemusatan data meliputi mean, median, dan modus. Sedangkan ukuran penyebaran data meliputi range, simpangan rata-rata (deviasi rata-rata), variansi dan simpangan baku (deviasi standar). Ukuran yang seringkali digunakan untuk mendeskripsikan suatu data adalah mean, variansi, nilai maksimum dan nilai minimum. Formula untuk perhitungan nilai tengah (*mean*) dari data x_1, x_2, \dots, x_n diberikan oleh :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

dimana

\bar{x} = mean

x_i = pengamatan ke- i , $i = 1, 2, \dots, n$

n = banyaknya pengamatan

Formula untuk perhitungan nilai variansi (S^2) adalah kuadrat simpangan data terhadap nilai rata-ratanya.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (2.2)$$

Beberapa penyajian data dengan metode statistika deskriptif umumnya dalam bentuk tabel, grafik, diagram, dan lain

sebagainya yang mampu mendeskripsikan data tersebut (Walpole, 1995).

2.2 Analisis Regresi

Analisis regresi merupakan sebuah metode statistika yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih (Drapper & Smith, 1992). Variabel-variabel tersebut dikelompokkan menjadi variabel dependen yang biasanya dinotasikan dengan huruf Y dan variabel independen yang biasanya dinotasikan dengan huruf X. *Scatterplot* sering kali digunakan dalam mempelajari pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Plot tersebut dapat menunjukkan apakah kurva membentuk suatu pola linier, kuadratik, ataupun kubik. Namun, pada kenyataannya sering kali kurva yang dihasilkan tidak berpola sehingga tidak bisa ditentukan hanya dengan melihat bentuk polanya secara visual. Oleh sebab itu dalam analisis regresi terdapat tiga pendekatan yaitu regresi parametrik, nonparametrik, dan semiparametrik.

2.3 Regresi Nonparametrik Spline

Analisis regresi merupakan suatu metode Statistika yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor. Dengan demikian analisis regresi merupakan suatu metode inferensi statistik untuk suatu fungsi regresi atau kurva regresi (Eubank, 1999). Regresi nonparametrik merupakan suatu metode Statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk fungsinya. Regresi nonparametrik merupakan regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data. Model regresi nonparametrik secara umum adalah sebagai berikut.

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

dimana y_i adalah variabel respon, x_i adalah variabel prediktor, $f(x_i)$ merupakan fungsi regresi yang polanya tidak diketahui, serta $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$.

Dalam analisis regresi nonparametrik spline, jika terdapat satu variabel respon dan satu variabel prediktor maka regresi tersebut dinamakan regresi nonparametrik spline univariabel. Sebaliknya, apabila terdapat satu variabel respon dengan lebih dari satu variabel prediktor maka regresi tersebut disebut regresi nonparametrik spline multivariable (Budiantara, 2005). Pada model regresi nonparametrik spline, kurva regresi dihipotesiskan dengan fungsi spline berorde m dengan titik knot K_1, K_2, \dots, K_r , yang disajikan dalam bentuk.

$$f(x_i) = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - K_j)_+^m, \quad (2.4)$$

dimana γ adalah parameter-parameter model, m adalah orde spline dan K adalah banyak knot spline. Dari persamaan (2.3) dan (2.4) dapat diperoleh persamaan regresi seperti berikut.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \gamma_j x_i^j + \sum_{j=1}^J \gamma_{m+j} (x_i - K_j)_+^m + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

dengan fungsi *truncated* (potongan-potongan) disajikan dalam bentuk.

$$(x_i - K_j)_+^m = \begin{cases} (x_i - K_j)^m, & x_i - K_j \geq 0 \\ 0, & x_i - K_j < 0 \end{cases} \quad (2.6)$$

Persamaan (2.3) dapat juga ditulis dalam bentuk matriks sebagai berikut.

$$\tilde{y} = X\tilde{\gamma} + \tilde{\varepsilon}, \quad (2.7)$$

dimana \tilde{y} merupakan vektor berukuran $n \times 1$, X matrik berukuran $n \times (m+1)$ dan ε vektor *error random* berukuran $n \times 1$. Estimasi parameter pada model regresi nonparametrik spline didapat dengan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS), estimator $\hat{\gamma}$ diberikan oleh .

$$\hat{\gamma} = (X'X)^{-1} X'\tilde{Y} \quad (2.8)$$

2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal

Model regresi spline terbaik adalah model yang dihasilkan dari spline dengan titik knot yang optimal. Titik knot adalah titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan pola perilaku pada data. Salah satu metode yang sering digunakan untuk mencari titik knot optimal adalah *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode GCV memiliki sifat optimal asimtotik (Wahba, 1990). Titik knot yang optimal diperoleh dari nilai GCV minimum. Fungsi GCV diberikan oleh.

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_r) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_r)}{(n^{-1} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_r)])^2} \quad (2.9)$$

dimana, I adalah matriks identitas, n adalah jumlah pengamatan, $A(k_1, k_2, \dots, k_r)$ adalah matriks $X(X^T X)^{-1} X^T$, dan $MSE(k_1, k_2, \dots, k_r)$ sebagai berikut

$$MSE(k_1, k_2, \dots, k_r) = n^{-1} \sum_{i=1}^n ((y_i - \hat{f}(x_i))^2 \quad (2.10)$$

(Eubank, 1999)

2.5 Pengujian Parameter Model

Untuk mengetahui variabel-variabel yang signifikan dalam model antara variabel respon dengan variabel prediktor, perlu dilakukan pengujian parameter model. Tahap-tahap dalam pengujian parameter regresi yaitu pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial (individu).

2.5.1 Pengujian Parameter Model secara Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter model regresi secara bersama-sama, diberikan hipotesis untuk uji serentak adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_{m+J} = 0$$

H_1 : paling sedikit ada satu

$$\gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m, m+1, m+2, \dots, m+J$$

dimana nilai $m + J$ jumlah parameter dalam model regresi spline.

Tabel 2.1 *Analysis of Variance* Model Regresi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (DF)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F hitung
Regresi	$m + J$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{m + J}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}}$
Residual	$n - (m + J) - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - (m + J) - 1}$	
Total (terkoreksi)	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	-	

Daerah penolakan H_0 adalah $F_{hitung} > F_{\alpha(m+J), (n-(m+J)-1)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, jika H_0 ditolak, maka dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu parameter pada model regresi spline yang signifikan, atau minimal terdapat satu variabel prediktor yang berpengaruh terhadap respon.

2.5.2 Pengujian Parameter Model secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial (individu) dilakukan apabila pada pengujian parameter model secara serentak didapatkan kesimpulan bahwa minimal terdapat satu parameter yang signifikan. Hal tersebut bertujuan untuk mengetahui parameter mana yang berpengaruh dan tidak berpengaruh secara signifikan terhadap model regresi. Hipotesisnya sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, m, m+1, m+2, \dots, m+J$$

Statistik uji sebagai berikut.

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\gamma}_j}{se(\hat{\gamma}_j)} \quad (2.11)$$

dengan $se(\hat{\gamma}_j)$ adalah *standart error* dari $\hat{\gamma}_j$, yaitu dapat ditulis $se(\gamma_j) = \sqrt{\text{var}(\gamma_j)}$ dimana dapat diuraikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{var}(\gamma_j) &= \text{var}[(X^T X)^{-1} X^T Y] \\ &= (X^T X)^{-1} X^T \text{var}(Y) [(X^T X)^{-1} X^T]^T \\ &= (X^T X)^{-1} X^T \text{var}(Y) X^T (X^T X)^{-1} \\ &= (X^T X)^{-1} X^T \sigma^2 I X^T (X^T X)^{-1} \\ &= \sigma^2 (X^T X)^{-1} X^T X (X^T X)^{-1} \\ &= \sigma^2 (X^T X)^{-1} \end{aligned}$$

Sedangkan daerah penolakan H_0 adalah $|t_{hitung}| \geq t_{(\alpha/2, n-(m+J)-1)}$.

Sama halnya dengan $p\text{-value} < \alpha$ yang menunjukkan bahwa parameter signifikan terhadap model. Untuk melihat kebaikan model maka dapat dilihat dari R^2 yang ditunjukkan sebagai berikut.

$$R^2 = \frac{SS_{regresi}}{SS_{total}} \times 100\% \quad (2.12)$$

2.6 Pengujian Asumsi Residual

Uji asumsi residual bertujuan untuk mengetahui kelayakan suatu model regresi. Uji asumsi residual meliputi asumsi identik, asumsi independen, dan asumsi residual berdistribusi normal.

2.6.1 Asumsi Identik

Pengujian identik adalah untuk mengetahui apakah residual memiliki varians yang sama (homogen). Dengan kata lain uji identik dilakukan pada keadaan heteroskedastisitas. Heteroskedastisitas adalah keadaan dimana residual tidak homogen. Untuk mengindikasikan terjadinya heteroskedastisitas dapat dilihat secara visual. Apabila plot residual dan estimasi respon menunjukkan sebaran data yang membentuk suatu pola tertentu, maka ada kasus heteroskedastisitas. Untuk mengatasi keadaan heteroskedastisitas dapat dilakukan dengan cara transformasi variabel menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) (Gujarati, 1992). Uji Glejser adalah cara lain yang dapat dilakukan untuk mengidentifikasi terjadinya heteroskedastisitas. Uji glejser dilakukan dengan cara meregresikan harga mutlak residual dengan variabel prediktor (x).

Adapun hipotesis yang digunakan dalam uji glejser adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_{hitung} = \frac{MS_{regresi}}{MS_{residual}} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}|)^2 \right] / (k-1)}{\left[\sum_{i=1}^n (|e_i| - |\hat{e}|)^2 \right] / (n-k)} \quad (2.13)$$

dimana k adalah banyaknya parameter. Daerah penolakan H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{\alpha; (k-1, n-k)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$. Apabila H_0 ditolak maka dapat disimpulkan bahwa minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$ yang berarti terdapat kasus heteroskedastisitas, sehingga asumsi tidak terpenuhi.

2.6.2 Asumsi Independen

Pengujian independen bertujuan untuk mengetahui terdapat autokorelasi atau tidak. Autokorelasi terjadi jika residual satu dengan residual lainnya memiliki keterkaitan sehingga asumsi independen pada residual tidak terpenuhi. Salah satu cara untuk menguji autokorelasi adalah dengan menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF). Persamaan untuk menghitung ACF adalah sebagai berikut (Wei, 2006).

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\lambda}_k}{\hat{\lambda}_0} = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} (e_i - \bar{e})(e_{i+k} - \bar{e})}{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2} \quad (2.14)$$

dimana

$\hat{\rho}_k$ = korelasi antara e_i dan e_{i+k}

$\hat{\lambda}_k$ = kovarians antara e_i dan e_{i+k}

$\hat{\lambda}_0$ = varians (e_i) – varians (e_{i+k})

Dengan interval konfidensi $(1 - \alpha)100\%$ untuk ρ_k dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$-t_{(\alpha/2, n-1)} SE(\hat{\rho}_k) \leq \rho_k \leq t_{(\alpha/2, n-1)} SE(\hat{\rho}_k) \quad (2.15)$$

dimana

$$SE(\hat{\rho}_k) = \sqrt{\frac{1 + 2 \sum_{k=0}^{k-1} (\hat{\rho}_k)^2}{n}} \quad (2.16)$$

Apabila terdapat ρ_k yang keluar dari batas signifikansi, maka menunjukkan bahwa asumsi independen tidak terpenuhi.

2.6.3 Asumsi Distribusi Normal

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan untuk mengetahui apakah residual telah mengikuti distribusi normal atau tidak. *Normal probability plot residual* adalah salah satu cara yang bisa dilakukan dalam pengujian distribusi normal secara visual. Residual dikatakan telah berdistribusi normal apabila *normal probability plot residual* cenderung mengikuti garis lurus. Cara lain yang dapat dilakukan untuk pengujian asumsi residual berdistribusi normal adalah dengan menggunakan uji Kolmogorov Smirnov, dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : F_0(x) = F(x) \text{ (Residual berdistribusi Normal)}$$

$$H_1 : F_0(x) \neq F(x) \text{ (Residual tidak berdistribusi Normal)}$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$D = \max |F_0(x) - S_N(x)| \quad (2.17)$$

Dimana $F_0(x)$ adalah fungsi distribusi frekuensi kumulatif dan $S_N(x) = k / N$ adalah fungsi peluang kumulatif yang diobservasi dari suatu sampel random dengan N observasi. Sementara, k adalah banyaknya observasi yang sama atau kurang dari x . Daerah penolakan H_0 jika $|D| > q_{(1-\alpha)}$ dimana nilai $q_{(1-\alpha)}$ berdasarkan tabel *Kolmogorov-Smirnov* atau $p\text{-value} < \alpha$.

2.7 Penyakit *Pneumonia* (Radang Paru-Paru)

Pneumonia adalah sebuah penyakit pada paru-paru dimana *pulmonary alveolus* (alveoli) yang bertanggung jawab menyerap oksigen dari atmosfer meradang dan terisi oleh cairan. *Pneumonia* disebabkan oleh bakteri, virus dan parasit. *Pneumonia* yang disebabkan oleh bakteri biasanya diakibatkan oleh bakteri *streptococcus* dan *mycoplasma pneumonia*. Kenali gejala *pneumonia* (radang paru-paru) pada balita, karena gejalanya beragam sesuai usia dan penyebabnya. Gejala *pneumonia* pada anak balita antara lain: demam,

menggigil, batuk, sesak nafas, terdengar bunyi dengkur ketika bernafas, nafas yang berat hingga menyebabkan tulang rusuk berkontraksi/nyeri dada, muntah, sakit di bagian leher, sakit perut, penurunan kemampuan tubuh untuk beraktivitas, kehilangan nafsu makan, dehidrasi dan pada kasus yang parah *pneumonia* pada anak menyebabkan bibir dan kuku berwarna keabu-abuan (Pondok Ibu, 2012).

Pneumonia disebabkan oleh infeksi beberapa jenis bakteri dan virus. Balita yang terserang penyakit ini akan mengalami gangguan pada organ pernafasan bagian atas dan gejala seperti batuk, pilek, dan demam berkepanjangan. Pada kondisi akut, tanda yang sering muncul adalah sesak nafas. Jika balita mengidap gejala batuk, dan pilek berlebihan.

Ada dua jenis *pneumonia* berdasarkan penyebab infeksi, yaitu sebagai berikut. (Balitapedia, 2012)

1. ***Pneumonia* yang disebabkan oleh bakteri**

Kondisi kritis yang menyerang sistem pernafasan ini disebabkan oleh beberapa kelompok bakteri termasuk kelompok *Streptococcus*, *Staphylococcus*, dan *Mycoplasma*. Gejala yang sering muncul pada kondisi ini adalah demam tinggi mendadak, batuk, sesak nafas, muntah, dan diare. Balita yang terserang *pneumonia* jenis ini mungkin juga menampilkan tanda seperti tidak nafsu makan, lemas, denyut nadi cepat, dan pada kondisi tertentu mulut dan kuku tampak kebiruan.

2. ***Pneumonia* yang disebabkan oleh virus**

Gejala *pneumonia* pada balita yang disebabkan oleh infeksi virus diawal nampak seperti gejala selema atau flu, kemudian perlahan berubah menjadi lebih parah dan disertai dengan demam tinggi dengan suhu diatas 38.5 °C. Kesulitan bernafas, batuk, lemas, muntah atau diare dapat pula muncul sebagai gejala jenis ini. Virus yang biasa menyebabkan kondisi ini diantaranya adalah kelompok *Respiratory Syncytial Virus* (RSV), *influenza virus*, *parainfluenza virus*, *adenovirus*, dan *rhinovirus*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder dari Profil Kesehatan Surabaya Tahun 2013. Penelitian ini menggunakan data persentase *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya tahun 2013 dengan unit penelitian 31 kecamatan.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang diteliti dalam penelitian ini merupakan variabel yang terkait dengan lingkungan, dan kesehatan yang diduga berpengaruh dalam penderita *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya tahun 2013. Adapun variabel-variabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Y = Persentase Penderita <i>Pneumonia</i> pada Balita di Kota Surabaya
X_1 = Persentase Balita Gizi Buruk
X_2 = Persentase Balita yang Mendapat Suplemen Vitamin-A
X_3 = Persentase Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR)
X_4 = Persentase Bayi Imunisasi Campak
X_5 = Persentase Pelayanan Kesehatan Balita

Penjelasan tentang variabel prediktor penelitian pada Tabel 3.1 sebagai berikut :

1. Persentase Balita Gizi Buruk (X_1)

Pengertian gizi buruk menurut Depkes RI (2008) adalah keadaan kurang gizi tingkat berat pada anak berdasarkan indeks berat badan menurut tinggi badan (BB/TB) dan atau ditemukan tanda-tanda klinis marasmus dan kwashiorkor.

Marasmus adalah keadaan gizi buruk yang ditandai dengan tampak sangat kurus, iga gambang, perut cekung, wajah seperti orang tua dan kulit keriput. Kwashiorkor adalah keadaan gizi buruk yang ditandai dengan edema seluruh tubuh terutama di punggung kaki, wajah membulat dan sembab, perut buncit, otot mengecil, pandangan mata sayu dan rambut tipis/kemerahan. Beberapa studi melaporkan kekurangan gizi akan menurunkan kapasitas kekebalan untuk merespon infeksi *pneumonia* termasuk gangguan pada granulosit, penurunan fungsi komplemen, dan menyebabkan mikronutrien. Oleh karena itu pemberian nutrisi yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan balita dapat mencegah anak terhindar dari penyakit infeksi, sehingga pertumbuhan dan perkembangan balita dapat optimal (Suryatningkamto, 2004).

Suryatningkamto, dkk (2004) menjelaskan bahwa anak-anak dengan gizi buruk mempunyai resiko *pneumonia* 2,6 kali lebih besar dibandingkan dengan anak yang mempunyai gizi baik. Beberapa studi melaporkan kekurangan gizi akan menurunkan kapasitas kekebalan untuk merespon infeksi *pneumonia* termasuk gangguan fungsi granulosit, penurunan fungsi komplemen dan menyebabkan kekurangan mikronutrien. Penelitian serupa oleh Hartati (2011) menjelaskan ada hubungan yang bermakna/signifikan antara status balita gizi buruk dengan kejadian *pneumonia* dan balita gizi buruk berpeluang untuk menderita *pneumonia* 6,52 kali dibandingkan dengan balita gizi baik.

2. Persentase Balita yang Mendapat Suplemen Vitamin-A (X₂)

Vitamin A menurut Dinkes (2013) adalah salah satu gizi mikro yang diperlukan oleh tubuh yang berguna untuk meningkatkan daya tahan tubuh (imunitas) dan kesehatan mata. Pemberian kapsul vitamin A diberikan setahun dua kali, sejak anak usia 6 bulan. Kapsul merah dosis 100.000 IU diberikan untuk bayi umur 6-11 bulan. Kapsul biru dosis 200.000 IU diberikan untuk balita umur 12-59 bulan.

Pemberian kapsul vitamin A ini rutin diberikan pada bulan Februari dan Agustus. Pemberian vitamin A berperan sebagai protektif melawan infeksi dengan memelihara integritas epitel/fungsi barrier kekebalan tubuh dan mengatur pengembangan paru-paru (Klemm, 2008).

Hasil penelitian Herman (2002) menjelaskan bahwa balita yang tidak mendapatkan vitamin A akan mempunyai peluang 3,8 kali terkena *pneumonia* dibandingkan anak yang mendapatkan vitamin A dan secara statistik mempunyai hubungan yang bermakna. Penelitian serupa oleh Hartati (2011) menjelaskan balita yang tidak mendapat suplemen vitamin A mempunyai peluang menderita *pneumonia* sebanyak 1,58 kali dibandingkan dengan anak balita yang mendapat suplemen vitamin A.

3. Persentase Bayi Berat Lahir Rendah (X_3)

BBLR menurut Dinkes (2013) adalah bayi dengan berat kurang dari 2500 gram tanpa memandang gestasi. Berat lahir adalah berat bayi yang ditimbang dalam 1 (satu) jam setelah lahir. BBLR mempunyai resiko kematian yang lebih besar dibandingkan dengan berat normal, terutama pada bulan-bulan pertama kelahiran karena pembentukan zat anti kekebalan tubuh kurang sempurna sehingga mudah terkena infeksi, terutama *pneumonia* dan sakit saluran pernafasan lainnya. Faktor plasenta seperti penyakit vaskuler, kehamilan kembar atau ganda, serta faktor janin juga merupakan terjadinya BBLR.

Hasil penelitian Herman (2002) menjelaskan bahwa yang mempunyai riwayat berat bayi lahir rendah (<2500 gram) memiliki resiko 1,9 kali untuk terkena *pneumonia* dibandingkan dengan bayi yang mempunyai berat lahir normal (>2500 gram). Penyebab terbanyak terjadinya BBLR adalah kelahiran prematur. Penelitian serupa oleh Hartati (2011) menjelaskan bahwa berat bayi lahir <2500 gram memiliki peluang menderita *pneumonia* sebanyak 1,38 kali dibandingkan dengan berat bayi lahir >2500 gram, dan hasil

uji statistik menunjukkan adanya hubungan yang bermakna/signifikan antara berat bayi lahir rendah dengan kejadian *pneumonia*.

4. Persentase Bayi Imunisasi Campak (X_4)

Imunisasi menurut Dinkes (2013) merupakan upaya yang dilakukan untuk memberikan kekebalan pada bayi atau anak sehingga terhindar dari penyakit-penyakit tertentu sesuai dengan jenis macam imunisasi yang diberikannya tersebut. Imunisasi campak ini untuk mencegah penyakit campak. Penyakit campak menurut Handayani, S. (2005) disebabkan oleh virus morbilli; ditularkan melalui sekret pernafasan atau melalui udara. Virus dalam jumlah sedikit saja dapat menyebabkan infeksi pada individu yang rentan. Penyakit campak sangat infeksius selama masa prodromal yang ditandai dengan demam, malaise, mata merah, pilek, dan trakeobronkitis dengan manifestasi batuk. Infeksi campak pertama kali terjadi pada epitelium saluran pernafasan dari nasofaring, konjungtiva, dengan penyebaran ke daerah limfa. Viremia primer terjadi 2-3 hari setelah individu terpapar virus campak, diikuti dengan viremia sekunder 3-4 hari kemudian. Viremia sekunder menyebabkan infeksi dan replikasi virus lebih lanjut pada kulit, konjungtiva, saluran pernafasan dan organ lainnya. Replikasi virus memerlukan waktu 24 jam Pemberiannya hanya sekali saja yaitu pada saat anak berusia 9 bulan. Pemberiannya dapat diulang pada saat anak masuk SD atau mengikuti program BIAS (Bulan Imunisasi Anak Sekolah) yang dicanangkan pemerintah.

UNICEF-WHO (2006) menjelaskan bahwa terdapat tiga vaksin yang memiliki potensi untuk mengurangi kematian anak dari *pneumonia* yaitu vaksin campak, Hib dan pneumokokus. Balita yang mendapatkan imunisasi campak diharapkan terhindar dari penyakit campak dan *pneumonia*, karena dua penyakit ini merupakan komplikasi yang paling sering terjadi. Oleh karena itu imunisasi campak sangat penting membantu mencegah terjadinya *pneumonia*.

Penelitian oleh Hananto (2004), menjelaskan peluang terjadinya pneumonia pada balita yang statusnya imunisasi Campak/DPT sebesar 1,16 kali dibandingkan balita yang tidak mendapatkan imunisasi Campak/DPT. Penelitian serupa oleh Hartati (2011) menjelaskan bahwa balita yang tidak mendapatkan imunisasi campak memiliki peluang mengalami *pneumonia* sebanyak 3,21 lebih besar dibandingkan dengan balita yang mendapatkan imunisasi campak, uji statistik menunjukkan adanya hubungan yang bermakna/signifikan antara pemberian imunisasi campak balita terhadap kejadian *pneumonia*.

5. Persentase Pelayanan Kesehatan Balita (X_5)

Menurut Depkes RI (2009), pelayanan kesehatan adalah setiap upaya yang diselenggarakan sendiri atau secara bersama-sama dalam suatu organisasi untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan, mencegah dan menyembuhkan penyakit serta memulihkan kesehatan perorangan, keluarga, kelompok dan atupun masyarakat. Pelayanan kesehatan bagi bayi dan balita selain pemeriksaan kesehatan rutin, juga pemberian suplemen-suplemen yang dibutuhkan oleh bayi dan balita yang ada di Kota Surabaya. Kunjungan Neonatus adalah kontak neonatus (0-28 hari) dengan petugas kesehatan untuk mendapatkan pelayanan kesehatan sesuai standart pada masa 6 jam sampai dengan 28 hari setelah kelahiran, minimal 3 kali 6 jam sampai dengan 48 jam setelah lahir, minimal 1 kali pada hari ke 3 sampai dengan 7 dan hari ke 8-28 minimal 1 kali. Adanya pelayanan kesehatan pada balita dapat membantu penyembuhan dan mencegah secara dini penyakit-penyakit berat maupun ringan yang diderita oleh balita, seperti infeksi saluran pernafasan (batuk, pilek, sampai *pneumonia*) yang merupakan penyakit tertinggi penyebab kematian balita. (Dinkes,2013).

Penelitian Hartati (2011) menyebutkan bahwa ada hubungan bermakna antara menggunakan pelayanan kesehatan balita dengan kejadian *pneumonia* pada balita,

dimana balita yang tidak menggunakan pelayanan kesehatan mempunyai peluang mengalami *pneumonia* sebanyak 1,47 kali dibandingkan dengan balita yang menggunakan pelayanan kesehatan.

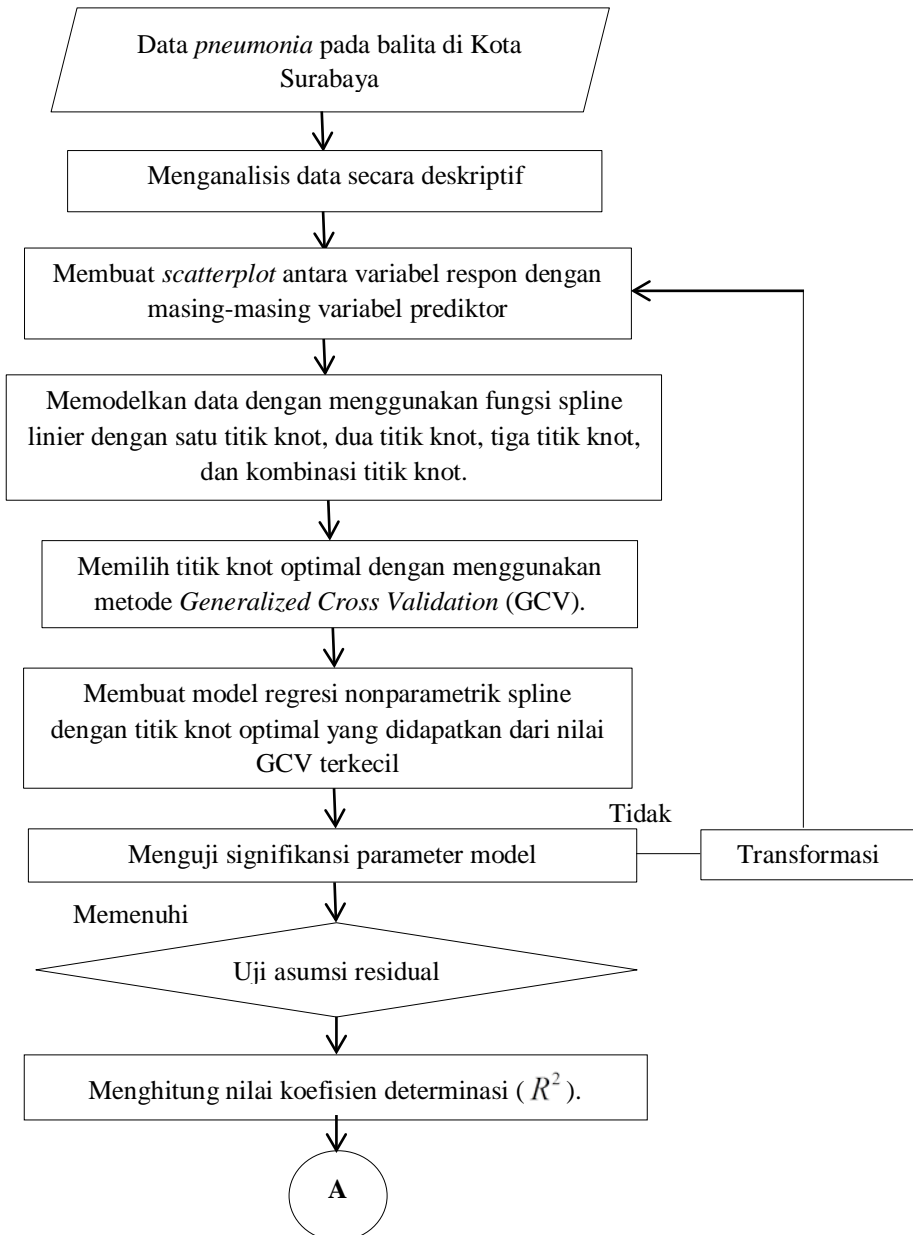
3.3 Langkah-Langkah Penelitian

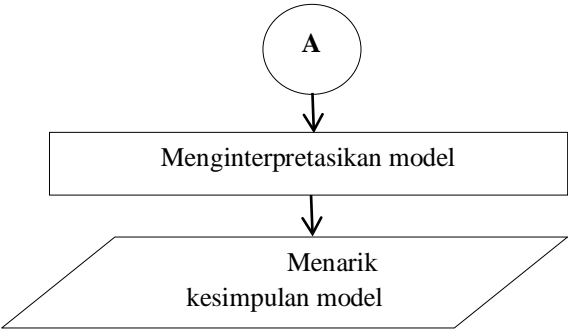
Langkah-langkah analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data penderita *pneumonia* balita di Surabaya beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi.
2. Menganalisis data secara deskriptif.
3. Membuat *scatterplot* antara jumlah penderita *pneumonia* pada balita di Surabaya dengan masing-masing variabel prediktor.
4. Memodelkan data dengan menggunakan fungsi spline linier dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot.
5. Memilih titik knot optimal dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV).
6. Membuat model regresi nonparametrik spline dengan titik knot optimal yang didapatkan dari nilai GCV terkecil.
7. Menguji signifikansi parameter model yang telah didapatkan baik secara serentak maupun parsial.
8. Menguji asumsi residual dari model.
9. Menghitung nilai koefisien determinasi (R^2).
10. Menginterpretasikan model.
11. Mengambil kesimpulan.

3.4 Diagram Alir

Berikut ini disajikan diagram alir langkah-langkah penelitian untuk mempermudah memahami alur penelitian ini yaitu sebagai berikut.





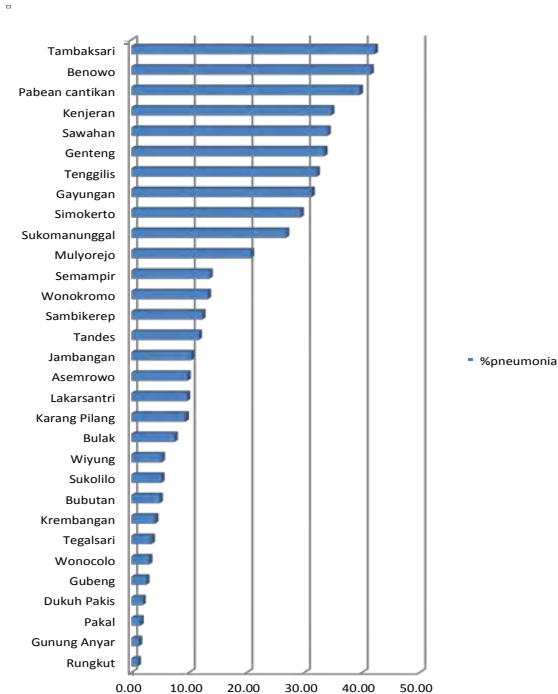
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Penelitian

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Persentase *Pneumonia* pada Balita di Surabaya

Ibu Kota Provinsi Jawa Timur, Kota Surabaya, memiliki jumlah penduduk terbanyak di Jawa dan memiliki luas sekitar 333,063 km² dengan penduduknya berjumlah 2.813.847 jiwa pada tahun 2014. Namun demikian, telah ditemukan kasus *pneumonia* di Surabaya yang cukup banyak sebesar 20,78% pada tahun 2013. Berikut ini disajikan diagram batang jumlah *pneumonia* pada balita di Surabaya untuk mengetahui karakteristiknya di Surabaya.



Gambar 4.1 Diagram Batang Persentase *Pneumonia* pada Balita di Surabaya

Gambar 4.1 menampilkan diagram batang jumlah *pneumonia* pada balita sampai terendah setiap kecamatan di Surabaya. Kecamatan Tambaksari yang berada di wilayah Surabaya Timur memiliki jumlah *pneumonia* balita tertinggi di Surabaya sebesar 42,20%, sedangkan kecamatan Rungkut memiliki jumlah *pneumonia* balita terendah dengan angka sebesar 1,06%. Kawasan Tambaksari memiliki jumlah balita terbanyak di Surabaya kedua setelah Kenjeran, yaitu sebanyak 1621 balita. Hal ini diakibatkan karena persentase pelayanan kesehatan balita rendah, persentase balita yang mendapat suplemen vitamin A dan imunisasi juga rendah sehingga menyebabkan persentase *pneumonia* pada balita di kecamatan Tambaksari tinggi, sedangkan untuk kecamatan Rungkut merupakan wilayah dengan kawasan yang berkembang di bidang perdagangan atau industri, bahkan kecamatan Rungkut memiliki dua puskesmas, diantaranya Kalirungkut dan Medokanayu dengan pelayanan kesehatan balita yang baik, sehingga menurunkan jumlah *pneumonia* pada balita.

Terdapat beberapa faktor yang diduga memengaruhi *pneumonia* di Kota Surabaya. Pada penelitian ini terdapat lima faktor yang diduga mempengaruhi *pneumonia* pada balita di Surabaya. Karakteristik lima faktor tersebut disajikan sebagai berikut.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Faktor-faktor yang diduga Mempengaruhi *Pneumonia* pada Balita di Kota Surabaya

Variabel	Mean	Variance	Minimum	Maximum
X1	1,0436	0,2702	0,2621	2,530
X2	86,70	179,00	45,64	100,00
X3	2,576	2,312	0,210	7,360
X4	73,90	565,61	14,91	100,00
X5	76,09	282,58	35,59	100,00

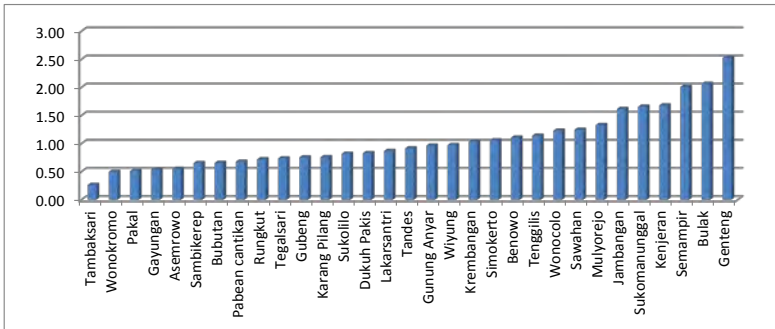
Pada Tabel 4.1 dapat dijelaskan bahwa pada balita gizi buruk (X_1) tertinggi sebesar 2,53% yaitu pada Kecamatan Genteng dan terendah sebesar 0,26% yaitu pada Kecamatan Tambaksari. Hal ini secara teori dapat dijelaskan, jika keadaan balita gizi buruk tinggi akan menyebabkan *pneumonia* pada balita tinggi. Pada balita yang mendapat vitamin-A (X_2) tertinggi sebesar 100% yaitu pada Kecamatan Pakal dan Genteng, dan terendah sebesar 45,64% yaitu pada Kecamatan Benowo yang terletak di Surabaya Barat. Pada bayi berat lahir rendah (X_3) tertinggi sebesar 7,36% yaitu pada kecamatan Gayungan dan terendah sebesar 0,21% yaitu pada Kecamatan Gununganyar. Pada balita imunisasi campak (X_4) tertinggi sebesar 100% yaitu pada Kecamatan Benowo, Genteng, Simokerto, Bulak dan Sawahan. Sedangkan untuk terendah sebesar 14,91% yaitu pada kecamatan Dukuh Pakis yang terletak di Surabaya Selatan. Pada pelayanan kesehatan balita (X_5) tertinggi sebesar 100% yaitu pada Kecamatan Benowo, dan terendah sebesar 35,59% yaitu pada Kecamatan Karang Pilang.

Untuk semua faktor-faktor yang diduga mempengaruhi *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya tersebut, seharusnya sesuai dengan teori, seperti : semakin tinggi balita gizi buruk maka *pneumonia* balita semakin tinggi, semakin rendah balita yang mendapat vitamin-A maka semakin tinggi *pneumonia* balita, semakin tinggi berat bayi lahir rendah maka *pneumonia* balita semakin tinggi, semakin rendah balita yang imunisasi campak maka *pneumonia* balita semakin tinggi, semakin rendah pelayanan kesehatan balita maka *pneumonia* balita semakin tinggi. Namun, kenyataannya tidak semua daerah/kecamatan di Kota Surabaya memenuhi kasus tersebut. Semua berpola acak dan masih beberapa wilayah bisa dikatakan bahwa teori tersebut berlaku untuk faktor-faktor yang mempengaruhi *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya.

Berikut adalah gambaran statistika deskriptif terkait lima variabel yang diduga mempengaruhi *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya.

4.1.1 Persentase Balita Gizi Buruk (X_1)

Pengertian gizi buruk adalah keadaan kurang gizi tingkat berat pada anak berdasarkan indeks berat badan menurut tinggi badan (BB/TB) dan atau ditemukan tanda-tanda klinis marasmus dan kwashiorkor.

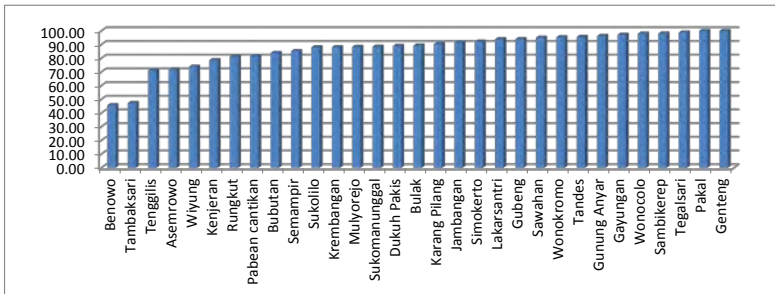


Gambar 4.2 Diagram Batang Persentase Balita Gizi Buruk di Kota Surabaya

Berdasarkan Gambar 4.2 terlihat bahwa tiga kecamatan yang memiliki persentase balita gizi buruk tertinggi secara berturut-turut adalah Kecamatan Genteng sebesar 2,53% , Kecamatan Bulak sebesar 2,06% dan Kecamatan Semampir sebesar 2,01%. Sementara tiga kecamatan yang memiliki persentase balita gizi buruk terendah secara berturut-turut adalah Kecamatan Pakal 0,51%, Kecamatan Wonokromo 0,50% dan Kecamatan Tambaksari 0,26%.

4.1.2 Persentase Balita yang Mendapat Suplemen Vitamin-A (X_2)

Vitamin A adalah salah satu gizi mikro yang diperlukan oleh tubuh yang berguna untuk meningkatkan daya tahan tubuh (imunitas) dan kesehatan mata. Pemberian kapsul vitamin A diberikan setahun dua kali, sejak anak usia 6 bulan. Kapsul merah dosis 100.000 IU diberikan untuk bayi umur 6-11 bulan.

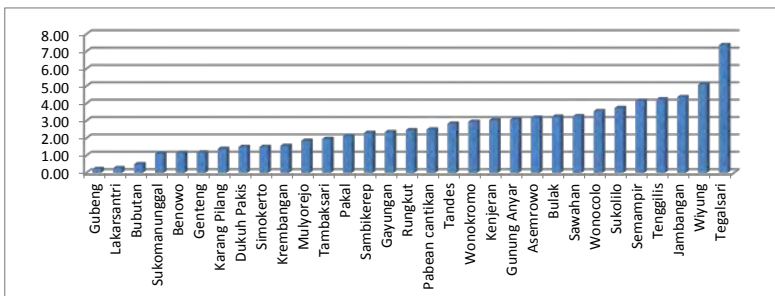


Gambar 4.3 Diagram Batang Persentase Balita yang Mendapat Suplemen Vitamin-A di Kota Surabaya

Berdasarkan Gambar 4.3 terlihat bahwa terdapat dua kecamatan yang mempunyai persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A secara maksimal yaitu bernilai 100% pada Kecamatan Pakal dan Genteng. Sementara kecamatan yang memiliki persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A dua terendah berturut-turut adalah Kecamatan Tambaksari sebesar 47,24% dan Kecamatan Benowo sebesar 45,64%. Apabila dilihat pada gambar di atas rata-rata nilai persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A di kecamatan Kota Surabaya sudah relatif tinggi.

4.1.3 Persentase Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR) (X_3)

BBLR adalah bayi dengan berat kurang dari 2500 gram tanpa memandang gestasi. Berat lahir adalah berat bayi yang ditimbang dalam 1 (satu) jam setelah lahir. BBLR mempunyai resiko kematian yang lebih besar dibandingkan dengan berat normal.

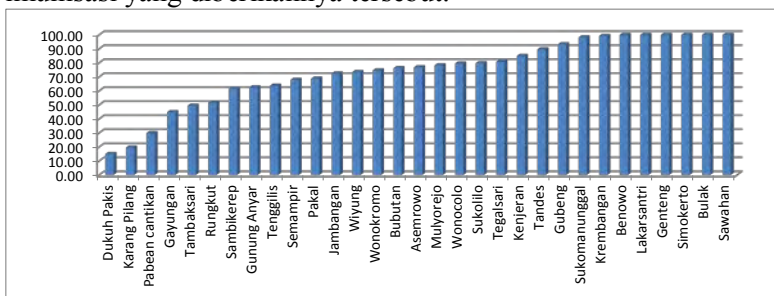


Gambar 4.4 Diagram Batang Persentase Berat Bayi Lahir Rendah di Kota Surabaya

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa karakteristik persentase berat bayi lahir rendah sangat beragam, terdapat dua kecamatan yang mempunyai persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) tertinggi secara berurut yaitu pada Kecamatan Tegalsari sebesar 7,36% dan Kecamatan Wiyung sebesar 5,09%. Sementara untuk tiga kecamatan terendah nilai persentase berat bayi lahir rendah yaitu pada Kecamatan Bubutan sebesar 0,49%, Kecamatan Lakarsanti sebesar 0,27% dan Kecamatan Gubeng sebesar 0,21%.

4.1.4 Persentase Balita Imunisasi Campak (X_4)

Imunisasi merupakan upaya yang dilakukan untuk memberikan kekebalan pada bayi atau anak sehingga terhindar dari penyakit-penyakit tertentu sesuai dengan jenis macam imunisasi yang diberikannya tersebut.

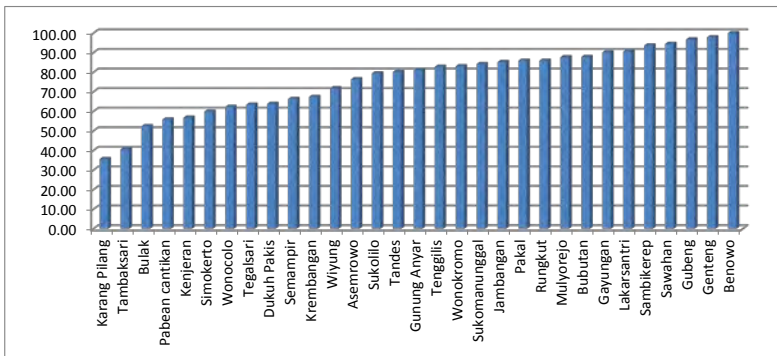


Gambar 4.5 Diagram Batang Persentase Balita Imunisasi Campak di Kota Surabaya

Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa terdapat enam kecamatan yang mempunyai persentase balita imunisasi campak secara maksimal yaitu bernilai 100% pada Kecamatan Sawahan, Bulak, Simokerto, Genteng, Lakarsanti dan Benowo. Sementara kecamatan yang memiliki persentase balita imunisasi campak dua terendah berturut-turut adalah Kecamatan Karang Pilang sebesar 19,54% dan Kecamatan Dukuh Pakis sebesar 14,91%. Apabila dilihat pada gambar di atas rata-rata nilai persentase balita imunisasi campak di kecamatan Kota Surabaya sudah relatif tinggi.

4.1.5 Persentase Pelayanan Kesehatan Balita (X_5)

Pelayanan kesehatan adalah setiap upaya yang diselenggarakan sendiri atau secara bersama-sama dalam suatu organisasi untuk memelihara dan meningkatkan kesehatan, mencegah dan menyembuhkan penyakit serta memulihkan kesehatan perorangan, keluarga, kelompok dan atupun masyarakat. Pelayanan kesehatan bagi bayi dan balita selain pemeriksaan kesehatan rutin, juga pemberian suplemen-suplemen yang dibutuhkan oleh bayi dan balita yang ada di Kota Surabaya.



Gambar 4.6 Diagram Batang Persentase Pelayanan Kesehatan Balita di Kota Surabaya

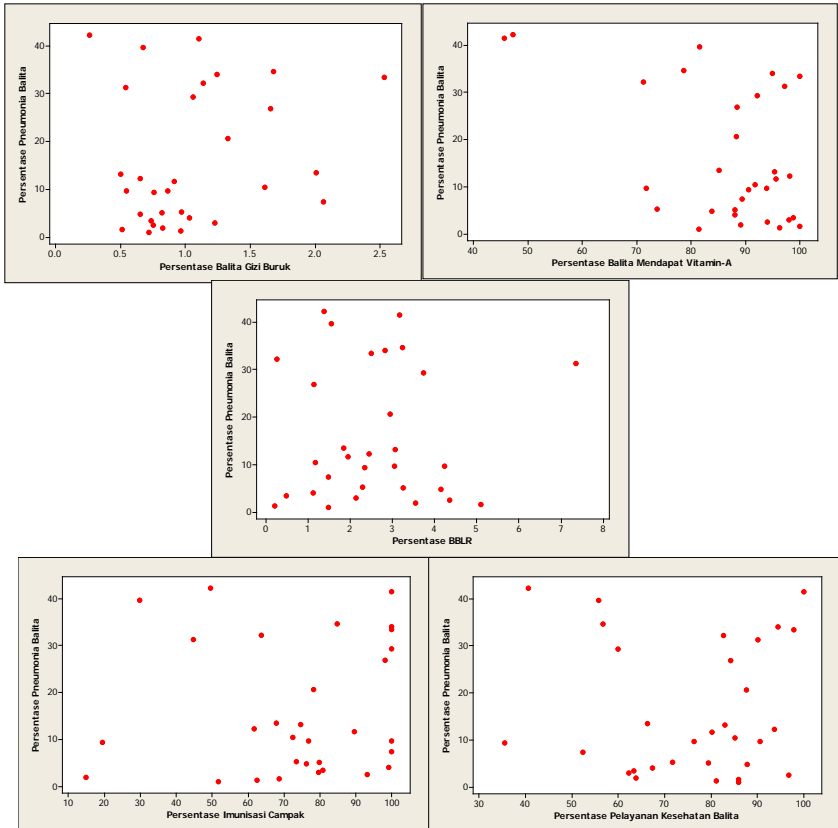
Berdasarkan Gambar 4.6 terlihat bahwa kecamatan yang mempunyai persentase pelayanan kesehatan balita secara maksimal yaitu bernilai 100% pada Kecamatan Benowo. Sementara kecamatan yang memiliki persentase pelayanan kesehatan balita dua tertinggi lainnya berturut-turut adalah Kecamatan Genteng sebesar 97,82% dan Kecamatan Gubeng sebesar 96,70%. Untuk persentase pelayanan kesehatan balita terendah yaitu pada Kecamatan Karang Pilang sebesar 35,59%. Apabila dilihat pada gambar di atas rata-rata nilai persentase balita imunisasi campak di kecamatan Kota Surabaya sudah relatif tinggi.

4.2 Analisis Faktor-Faktor yang diduga Mempengaruhi *Pneumonia* pada Balita di Kota Surabaya

Terdapat beberapa langkah dalam memodelkan faktor-faktor yang memengaruhi *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya yaitu diawali dengan membuat pola data antara persentase *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya dengan variabel-variabel yang diduga memengaruhi, pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot. Selanjutnya, dilakukan pemilihan model terbaik dari nilai GCV terkecil, pengujian signifikansi parameter model secara serentak dan parsial, serta pengujian asumsi residual.

4.2.1 Pola Data Antara Persentase *Pneumonia* pada Balita dengan Variabel yang Diduga Mempengaruhi

Pola data antara persentase *pneumonia* pada balita dengan variabel yang diduga memengaruhi dapat diketahui dengan menggunakan *scatterplot*. Dari hasil *scatterplot* dapat diketahui apakah terbentuk suatu pola tertentu atau tidak. Jika pada *scatterplot* terbentuk pola tertentu seperti linier, kuadratik, kubik, atau pola lainnya, maka dalam pemodelan digunakan pendekatan regresi parametrik. Tetapi, jika pada *scatterplot* tidak terbentuk pola tertentu, maka pendekatan regresi nonparametrik lebih baik digunakan dalam pemodelan. Kemudian, jika pada *scatterplot* terdapat sebagian membentuk pola tertentu dan sebagian lagi tidak, maka digunakan pendekatan regresi semiparametrik. Gambar 4.7 dan 4.8 adalah *scatterplot* yang menunjukkan pola hubungan antara persentase *pneumonia* balita (Y) dengan lima variabel yang diduga mempengaruhinya yaitu persentase balita gizi buruk (X_1), persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2), persentase berat bayi lahir rendah (X_3), imunisasi campak (X_4) dan pelayanan kesehatan balita (X_5). Berdasarkan hasil *scatterplot* dapat diketahui bahwa kelima pola data tidak ada yang membentuk suatu pola tertentu. Dengan demikian, dalam pemodelan regresi akan digunakan pendekatan regresi nonparametrik. Berikut *scatterplot* dari data



Gambar 4.7 Scatterplot antara Percentase *Pneumonia* pada Balita dengan Lima Variabel Prediktor

4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot adalah titik perpaduan dimana terjadi perubahan pola data. Model regresi nonparametrik spline terbaik didapatkan dari titik knot optimal. Dalam mendapatkan titik knot optimal, digunakan metode GCV. Berikut ini adalah pemilihan titik knot

optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik not, dan kombinasi titik knot.

4.2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

Berikut ini akan dibahas mengenai pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot pada lima variabel yang diduga memengaruhi *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya. Model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot pada kasus *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 x_2 + \hat{\gamma}_4 (x_2 - K_2)_+ \\ + \dots + \hat{\gamma}_9 x_5 + \hat{\gamma}_{10} (x_5 - K_5)_+$$

Tabel 4.2 menyajikan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot.

Tabel 4.2 Nilai GCV Dengan Satu Titik Knot

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
1,418	73,375	3,858	58,323	68,452	234,035
1,464	74,484	4,004	60,060	69,767	227,710
1,511	75,593	4,150	61,796	71,081	221,226
1,557	76,703	4,296	63,533	72,396	216,972
1,603	77,812	4,442	65,269	73,710	215,354
1,650	78,922	4,588	67,006	75,025	215,362
1,696	80,031	4,733	68,742	76,339	216,369
1,742	81,140	4,879	70,479	77,654	218,156
1,789	82,250	5,025	72,216	78,968	219,846
1,835	83,359	5,171	73,952	80,283	221,157

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot sebesar 215,354. Nilai ini didapatkan dari satu titik knot optimal pada setiap variabel. Satu titik knot pada variabel persentase balita gizi buruk (X₁) berada pada titik knot 1,603; variabel persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X₂) berada pada titik knot 77,812; variabel persentase berat bayi lahir

rendah (X_3) berada pada titik knot 4,442; variabel balita imunisasi campak (X_4) berada pada titik knot 65,269 dan variabel pelayanan kesehatan balita (X_5) berada pada titik knot 73,710.

4.2.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

Setelah dilakukan pemilihan titik knot dengan satu titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan titik knot dengan dua titik knot karena terdapat kemungkinan adanya dua titik perpaduan dimana terjadi perubahan pola data. Sama halnya dengan pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, pemilihan titik knot optimal dengan dua titik knot juga didapatkan dari nilai GCV minimum. Model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot pada *pneumonia* pada balita di Surabaya adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 x_2 + \hat{\gamma}_5 (x_2 - K_3)_+ \\ + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \dots + \hat{\gamma}_{13} x_5 + \hat{\gamma}_{14} (x_5 - K_9)_+ + \hat{\gamma}_{15} (x_5 - K_{10})_+$$

Tabel 4.3 akan menyajikan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot.

Tabel 4.3 Nilai GCV Dengan Dua Titik Knot

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	176,037
1,187	67,828	3,128	49,641	61,880	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	173,698
1,233	68,937	3,274	51,377	63,194	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	166,062
1,279	70,047	3,420	53,114	64,509	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	165,830
1,326	71,156	3,566	54,850	65,823	

Tabel 4.4 Nilai GCV Dengan Dua Titik Knot (Lanjutan)

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	155,253
1,372	72,265	3,712	56,587	67,138	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	165,402
1,418	73,375	3,858	58,323	68,452	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	178,447
1,464	74,484	4,004	60,060	69,767	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	193,341
1,511	75,593	4,150	61,796	71,081	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	203,103
1,557	76,703	4,296	63,533	72,396	
0,723	56,734	1,669	32,275	48,735	205,992
1,603	77,812	4,442	65,269	73,710	

Berdasarkan Tabel 4.3 dan 4.4 dapat diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot sebesar 155,235. Nilai ini didapatkan dari dua titik knot optimal pada setiap variabel. Dua titik knot pada variabel persentase balita gizi buruk (X_1) berada pada titik knot (0,723 dan 1,372), variabel persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2) berada pada titik knot (56,734 dan 72,265), variabel persentase berat bayi lahir rendah (X_3) berada pada titik knot (1,669 dan 3,712), variabel balita imunisasi campak (X_4) berada pada titik knot (32,275 dan 56,587), dan variabel pelayanan kesehatan balita (X_5) berada pada titik knot (48,735 dan 67,138). Nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot ini lebih kecil daripada nilai GCV minimum dengan satu titik knot.

4.2.2.3 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

Setelah dilakukan pemodelan regresi nonparametrik spline dengan satu titik knot dan dua titik knot, selanjutnya akan

dilakukan pemodelan menggunakan tiga titik knot. Berikut ini adalah model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\gamma}_0 + \hat{\gamma}_1 x_1 + \hat{\gamma}_2 (x_1 - K_1)_+ + \hat{\gamma}_3 (x_1 - K_2)_+ + \hat{\gamma}_4 (x_1 - K_3)_+ \hat{\gamma}_5 x_2 \\ & + \hat{\gamma}_6 (x_2 - K_4)_+ + \hat{\gamma}_7 (x_2 - K_5)_+ + \hat{\gamma}_8 (x_2 - K_6)_+ \dots + \hat{\gamma}_{17} x_5 \\ & \hat{\gamma}_{18} x_5 - K_{13})_+ + \hat{\gamma}_{19} (x_5 - K_{14})_+ + \hat{\gamma}_{20} (x_5 - K_{15})_+\end{aligned}$$

Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 menyajikan sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot.

Tabel 4.5 Nilai GCV Dengan Tiga Titik Knot

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	251,740
1,048	64,500	2,691	44,431	57,936	
2,391	96,672	6,922	94,790	96,057	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	265,347
1,048	64,500	2,691	44,431	57,936	
2,437	97,781	7,068	96,527	97,371	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	276,472
1,048	64,500	2,691	44,431	57,936	
2,484	98,891	7,214	98,263	98,686	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	64,992
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,140	66,718	2,982	47,904	60,565	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	54,279
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,187	67,828	3,128	49,641	61,880	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	88,896
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,233	68,937	3,274	51,377	63,194	

Tabel 4.6 Nilai GCV Dengan Tiga Titik Knot (Lanjutan)

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	132,133
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,279	70,047	3,420	53,114	64,509	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	157,388
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,326	71,156	3,566	54,850	65,823	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	180,505
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,372	72,265	3,712	56,587	67,138	
0,538	52,296	1,086	25,329	43,477	174,205
1,094	65,609	2,837	46,168	59,251	
1,418	73,375	3,858	58,323	68,452	

Berdasarkan Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 dapat diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot sebesar 54,279. Nilai ini didapatkan dari tiga titik knot optimal pada setiap variabel. Tiga titik knot pada variabel persentase balita gizi buruk (X_1) berada pada titik knot (0,538; 1,094 dan 1,187), variabel persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2) berada pada titik knot (52,296; 65,609 dan 67,828), variabel persentase berat bayi lahir rendah (X_3) berada pada titik knot (1,086; 2,837 dan 3,128), variabel balita imunisasi campak (X_4) berada pada titik knot (25,329; 46,168 dan 49,461), dan variabel pelayanan kesehatan balita (X_5) berada pada titik knot (43,477; 59,251 dan 61,880). Nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan dua titik knot ini lebih kecil daripada nilai GCV minimum dengan satu titik knot dan dua titik knot.

4.2.2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

Pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot telah dilakukan. Selanjutnya, dilakukan pemilihan titik knot optimal dengan kombinasi titik knot karena terdapat kemungkinan bahwa setiap pola data memiliki jumlah titik knot optimal yang berbeda-beda. Titik knot optimal dipilih dari nilai GCV yang minimum. Berikut ini adalah sepuluh nilai GCV di sekitar nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan kombinasi titik knot.

Tabel 4.7 Nilai GCV Dengan Kombinasi Titik Knot

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
0,538	56,734	1,086	32,275	48,735	214,997
1,094	72,265	2,837	56,587	67,138	
1,187		3,128			
0,538	56,734	1,086	32,275	43,477	96,628
1,094	72,265	2,837	56,587	59,251	
1,187		3,128		61,880	
0,538	56,734	1,086	25,329	73,710	198,692
1,094	72,265	2,837	46,168		
1,187		3,128	49,641		
0,538	56,734	1,086	25,329	48,735	230,351
1,094	72,265	2,837	46,168	67,138	
1,187		3,128	49,641		
0,538	56,734	1,086	25,329	43,477	41,269
1,094	72,265	2,837	46,168	59,251	
1,187		3,128	49,641	61,880	
0,538	52,296	4,442	65,269	73,710	237,916
1,094	65,609				
1,187	67,828				

Tabel 4.8 Nilai GCV Dengan Kombinasi Titik Knot (Lanjutan)

X1	X2	X3	X4	X5	GCV
0,538	52,296	4,442	65,269	48,735	245,144
1,094	65,609			67,138	
1,187	67,828				
0,538	52,296	4,442	65,269	43,477	100,842
1,094	65,609			59,251	
1,187	67,828			61,880	
0,538	52,296	4,442	56,587	73,710	188,263
1,094	65,609		25,329		
1,187	67,828				
0,538	52,296	4,442	56,587	67,138	211,182
1,094	65,609		25,329	43,477	
1,187	67,828				

Berdasarkan Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa nilai GCV minimum untuk model regresi nonparametrik spline dengan kombinasi titik knot sebesar 41,269. Nilai ini didapatkan dari pemilihan kombinasi titik knot optimal (3,2,3,3,3), artinya tiga titik knot pada variabel persentase balita gizi buruk (X_1) berada pada titik knot (0,538; 1,094 dan 1,187), dua titik knot pada variabel persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2) berada pada titik knot (56,734 dan 72,265), tiga knot pada variabel persentase berat bayi lahir rendah (X_3) berada pada titik knot (1,086; 2,837 dan 3,128), tiga knot pada variabel balita imunisasi campak (X_4) berada pada titik knot (25,329; 46,168 dan 49,461), dan tiga knot pada variabel pelayanan kesehatan balita (X_5) berada pada titik knot (43,477; 59,251 dan 61,880).

4.2.2.5 Pemilihan Model Terbaik

Setelah didapatkan nilai GCV minimum pada pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot, tiga titik knot, dan kombinasi titik knot, selanjutnya dilakukan pemilihan

model terbaik. Berikut ini adalah nilai GCV minimum pada setiap pemilihan titik knot optimal.

Tabel 4.9 Nilai GCV Minimum Setiap Pemilihan Titik Knot Optimal

Banyak Titik Knot Optimal	Nilai GCV Minimum
Satu Titik Knot	215,354
Dua Titik Knot	155,253
Tiga Titik Knot	54,279
Kombinasi Titik Knot (3,2,3,3,3)	41,269

Model regresi nonparametrik spline terbaik didapatkan dari pemilihan titik knot optimal yang memiliki nilai GCV minimum terkecil. Berdasarkan Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa kombinasi titik knot (3,2,3,3,3) memiliki nilai GCV minimum terkecil yaitu sebesar 41,269 sehingga model terbaik didapatkan dari kombinasi titik knot (3,2,3,3,3).

4.2.3 Penaksiran Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline

Berdasarkan nilai GCV terkecil, didapatkan model terbaik yaitu model regresi nonparametrik spline dengan kombinasi titik knot (3,2,3,3,3). Kemudian dilakukan estimasi parameter pada model tersebut. Berikut ini adalah hasil estimasi parameter model regresi nonparametrik spline terbaik.

$$\begin{aligned}
\hat{y} = & -309,724 - 169,238X_1 + 147,565(X_1 - 0,538)_+ + \\
& + 170,438(X_1 - 1,094)_+ - 144,740(X_1 - 1,187)_+ + 18,639X_2 + \\
& - 33,443(X_2 - 56,734)_+ + 14,467(X_2 - 72,265)_+ - 10,535X_3 + \\
& + 14,944(X_3 - 1,086)_+ - 45,716(X_3 - 2,837)_+ + \\
& + 37,333(X_3 - 3,128)_+ - 0,131X_4 + 1,777(X_4 - 25,329)_+ + \\
& - 17,051(X_4 - 46,168)_+ + 15,778(X_4 - 49,641)_+ - 11,185X_5 + \\
& + 20,168(X_5 - 43,477)_+ - 27,826(X_5 - 59,251)_+ + \\
& + 19,231(X_5 - 61,880)_+
\end{aligned}$$

4.2.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik Spline

Pengujian signifikansi parameter model bertujuan untuk mengetahui apakah estimasi parameter yang didapatkan berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah *pneumonia* balita di Surabaya. Pengujian ini dilakukan secara serentak terlebih dahulu. Apabila hasil pengujian estimasi parameter signifikan secara serentak, maka dilanjutkan dengan pengujian secara parsial.

4.2.4.1 Uji Serentak

Untuk melakukan pengujian parameter secara serentak menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_{19} = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 19$$

Pengujian secara serentak ini dilakukan untuk menguji estimasi parameter model secara bersamaan (simultan). Nilai α yang digunakan sebesar 0,05. Berikut ini adalah hasil analisis ragam model regresi nonparametrik spline.

Tabel 4.10 Analisis Ragam Uji Serentak

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	F_{hitung}	$p-value$
Regresi	19	5641,734	296,9334		
Error	11	161,083	14,64391	20,27693	5,70E-06
Total	30	5802,817			

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa nilai $p-value$ sebesar 0,0000057. Nilai ini lebih kecil daripada nilai α yaitu 0,05 dan diperkuat dengan nilai $F_{hitung} > F_{(0,05;19,11)}$ yaitu $20,27693 > 2,345$ sehingga tolak H_0 yang artinya minimal terdapat satu parameter yang signifikan dalam model. Untuk parameter mana yang signifikan dalam model, seperti berikut.

4.2.4.2 Uji Parsial

Untuk melakukan pengujian parameter secara parsial menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \gamma_j = 0$$

$$H_1 : \gamma_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 19$$

Pengujian secara parsial ini dilakukan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah *pneumonia* balita di Surabaya. Berikut ini adalah hasil pengujian signifikansi parameter model secara parsial.

Tabel 4.11 Hasil Uji Parsial

Variabel	Parameter	Estimasi	$p-value$	Keputusan
X_I	γ_0	-309,72458	0,48571	Tidak Signifikan
	γ_1	-169,23899	0,02289	Signifikan
	γ_2	147,56531	0,04433	Signifikan
	γ_3	170,43842	0,00266	Signifikan

Tabel 4.12 Hasil Uji Parsial (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Estimasi	<i>p-value</i>	Keputusan
X_2	γ_4	-144,74007	0,00327	Signifikan
	γ_5	18,63904	0,04763	Signifikan
	γ_6	-33,44375	0,04101	Signifikan
	γ_7	14,46772	0,04019	Signifikan
X_3	γ_8	-10,53564	0,07743	Tidak Signifikan
	γ_9	14,94436	0,04520	Signifikan
	γ_{10}	-45,71655	0,01570	Signifikan
	γ_{11}	37,33301	0,04076	Signifikan
X_4	γ_{12}	-0,13139	0,90319	Tidak Signifikan
	γ_{13}	1,77726	0,29248	Tidak Signifikan
	γ_{14}	-17,05179	0,000393	Signifikan
	γ_{15}	15,77800	0,000159	Signifikan
X_5	γ_{16}	-11,18542	9,03E-05	Signifikan
	γ_{17}	20,16870	3,14E-05	Signifikan
	γ_{18}	-27,82668	7,73E-06	Signifikan
	γ_{19}	19,23109	1,17E-05	Signifikan

Jika nilai *p-value* kurang dari nilai α yaitu 0,05 maka estimasi parameter signifikan. Berdasarkan Tabel 4.11 dan Tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat kepercayaan 95%, kelima variabel berpengaruh signifikan terhadap jumlah *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya yaitu persentase balita gizi buruk (X_1), persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2), persentase berat bayi lahir rendah (X_3), imunisasi campak (X_4) dan pelayanan kesehatan balita (X_5). Hal ini berarti bahwa variabel tersebut dapat memberikan dampak pada jumlah *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya.

4.2.5 Pengujian Asumsi Residual

Analisis regresi nonparametrik spline memiliki asumsi residual IIDN. Hal ini berarti residual dari model regresi

nonparametrik yang telah didapatkan harus identik, independen, dan berdistribusi normal. Selanjutnya, dilakukan tiga pengujian residual.

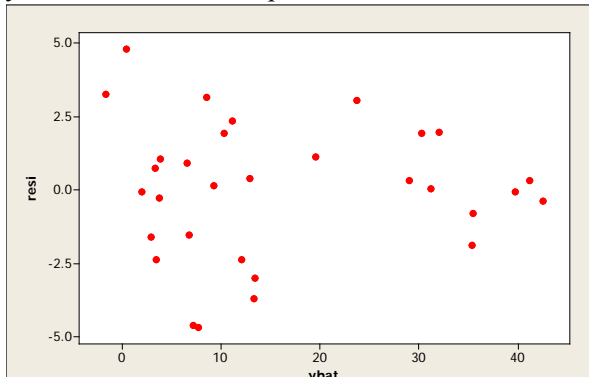
4.2.5.1 Asumsi Identik

Untuk melakukan pengujian asumsi residual bersifat identik maka menggunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2, i = 1, 2, \dots, n$$

Residual dari model regresi nonparametrik spline harus memenuhi asumsi identik yang artinya tidak terjadi kasus heteroskedastisitas pada residual. Dalam kata lain, variansi residual model harus homogen. Berikut ini adalah *scatterplot* antara residual dengan \hat{y} untuk mendeteksi secara visual terjadinya heteroskedastisitas pada residual.



Gambar 4.8 *Scatterplot* antara Residual dengan \hat{y}

Berdasarkan Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa hasil *scatterplot* antara residual dengan \hat{y} didapatkan tidak membentuk pola yang semakin menyebar atau pola tertentu lainnya. Hal ini berarti pola tersebut adalah acak, sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terjadi kasus heteroskedastisitas. Selain mendeteksi secara visual, dapat dilakukan uji Glejser untuk mendeteksi kasus

heteroskedastisitas. Berikut ini adalah hasil analisis ragam uji Glejser.

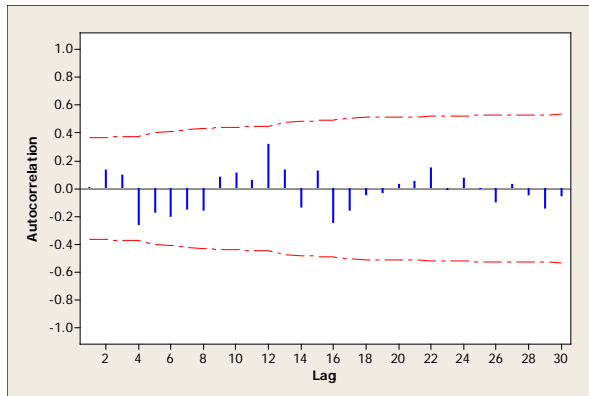
Tabel 4.13 Analisis Ragam Uji Glejser

Sumber Variasi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (SS)	Rataan Kuadrat (MS)	<i>F</i> hitung	<i>p-value</i>
Regresi	19	36,5772	1,9251		
Error	11	26,8594	2,4418	0,7884	0,6873
Total	30	63,4365			

Berdasarkan Tabel 4.13 dapat diketahui bahwa nilai *p-value* sebesar 0,6873 lebih besar daripada nilai α yaitu 0,05 dan diperkuat dengan nilai $F_{hitung} < F_{(0,05;19,11)}$ yaitu $0,7884 < 2,345$ sehingga gagal tolak H_0 , yang artinya variansi residual homogen atau tidak terjadi kasus heteroskedastisitas. Baik menggunakan pendeteksian heteroskedastisitas secara visual maupun dengan uji Glejser, didapatkan hasil yang sama yaitu residual model regresi nonparametrik spline memenuhi asumsi identik.

4.2.5.2 Asumsi Independen

Residual dari model regresi nonparametrik spline yang didapatkan harus memenuhi asumsi independen, artinya tidak terdapat autokorelasi pada residual. Cara mendeteksi adanya autokorelasi pada residual adalah dengan menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF). Berdasarkan Gambar 4.9 tidak terlihat adanya autokorelasi yang keluar batas toleransi. Hal ini berarti asumsi independen pada residual telah terpenuhi.



Gambar 4.9 Plot ACF Residual

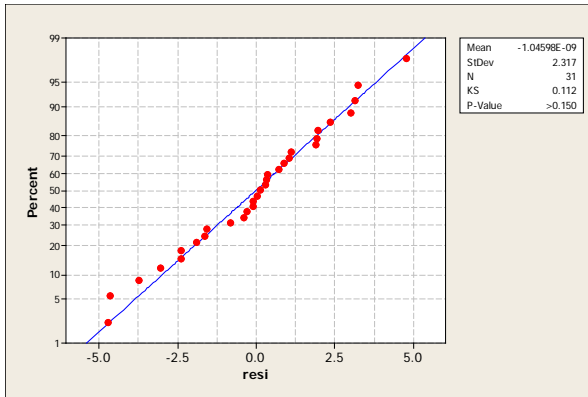
4.2.5.3 Asumsi Distribusi Normal

Untuk melakukan pengujian asumsi residual berdistribusi normal digunakan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : F_0(x) = F(x) \text{ (Residual berdistribusi Normal)}$$

$$H_1 : F_0(x) \neq F(x) \text{ (Residual tidak berdistribusi Normal)}$$

Pengujian asumsi residual yang ketiga adalah residual harus memenuhi asumsi distribusi normal. Pengujian ini dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berdasarkan Gambar 4.10 dapat diketahui bahwa nilai *Kolmogorov-Smirnov* sebesar 0,112 yaitu lebih kecil dibanding dengan $q_{(1-\alpha)}$ yaitu 0,238, maka gagal tolak H_0 yang artinya residual berdistribusi normal. Hal ini diperkuat dengan *p-value* sebesar $>0,150$ yaitu lebih kecil α sebesar 0,05 sehingga gagal tolak H_0 , yang artinya residual model regresi nonparametrik spline yang didapatkan telah memenuhi asumsi distribusi normal.



Gambar 4.10 Hasil Uji *Kolmogorov-Smirnov*

4.2.6 Nilai Koefisien Determinasi (R^2)

Berikut ini adalah perhitungan R^2 dimana $SS_{regresi}$ dan SS_{total} didapatkan dari Tabel 4.9.

$$R^2 = \frac{SS_{regresi}}{SS_{total}} \times 100\%$$

$$= 97,224\%$$

Dari perhitungan tersebut didapatkan R^2 sebesar 97,224%. Hal ini berarti model tersebut mampu menjelaskan keragaman jumlah *pneumonia* pada balita di Surabaya sebesar 97,224%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain.

4.2.7 Interpretasi Model Regresi Nonparametrik Spline

Setelah dilakukan pengujian asumsi pada residual model regresi nonparametrik spline dan didapatkan bahwa semua asumsi terpenuhi, selanjutnya dilakukan interpretasi model. Interpretasi ini dibuat berdasarkan model untuk setiap variabel untuk memudahkan dalam interpretasi.

$$\begin{aligned}
\hat{y} = & -309,724 - 169,238X_1 + 147,565(X_1 - 0,538)_+ + \\
& + 170,438(X_1 - 1,094)_+ - 144,740(X_1 - 1,187)_+ + 18,639X_2 + \\
& - 33,443(X_2 - 56,734)_+ + 14,467(X_2 - 72,265)_+ - 10,535X_3 + \\
& + 14,944(X_3 - 1,086)_+ - 45,716(X_3 - 2,837)_+ + \\
& + 37,333(X_3 - 3,128)_+ - 0,131X_4 + 1,777(X_4 - 25,329)_+ + \\
& - 17,051(X_4 - 46,168)_+ + 15,778(X_4 - 49,641)_+ - 11,185X_5 + \\
& + 20,168(X_5 - 43,477)_+ - 27,826(X_5 - 59,251)_+ + \\
& + 19,231(X_5 - 61,880)_+
\end{aligned}$$

Dari model tersebut dapat diinterpretasikan sebagai berikut.

1. Apabila variabel X_2 , X_3 , X_4 dan X_5 dianggap konstan maka pengaruh persentase balita gizi buruk (X_1) terhadap *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah

$$\begin{aligned}
\hat{y} = & -169,238X_1 + 147,565(X_1 - 0,538)_+ + \\
& + 170,438(X_1 - 1,094)_+ - 144,740(X_1 - 1,187)_+ \\
= & \begin{cases} -169,238X_1 & , X_1 < 0,538 \\ -21,673X_1 - 79,389 & , 0,538 \leq X_1 < 1,094 \\ 148,765X_1 - 265,484 & , 1,094 \leq X_1 < 1,187 \\ 4,025X_1 - 94,042 & , X_1 \geq 1,187 \end{cases}
\end{aligned}$$

Berdasarkan model di atas, dapat diinterpretasikan apabila persentase balita gizi buruk kurang dari 0,538%, yaitu pada Kecamatan Pakal, Tambaksari dan Wonokromo, maka jika balita gizi buruk naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 1,69238. Apabila persentase balita gizi buruk berkisar antara 0,538% dan 1,094%, maka jika persentase balita gizi buruk naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 0,21673. Apabila persentase balita gizi buruk berkisar antara 1,094% dan 1,187%, maka jika persentase balita gizi buruk naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik

sebesar 1,48785. Selanjutnya apabila persentase balita gizi buruk lebih dari 1,187%, yaitu pada Kecamatan Sukomanunggal, Genteng, Semampir, Bulak, Mulyorejo, Sawahan, Wonocolo dan Jambangan, maka jika persentase balita gizi buruk naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,04025.

2. Apabila variabel X_1 , X_3 , X_4 dan X_5 dianggap konstan maka pengaruh persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A (X_2) terhadap *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= 18,639X_2 - 33,443(X_2 - 56,734)_+ + \\ &\quad + 14,467(X_2 - 72,265)_+ \\ &= \begin{cases} 18,639X_2 & , X_2 < 56,734 \\ -14,804X_2 + 1897,355 & , 56,734 \leq X_2 < 72,265 \\ -0,337X_2 + 851,897 & , X_2 \geq 72,265 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model di atas, dapat diinterpretasikan apabila persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A kurang dari 56,734%, yaitu pada Kecamatan Benowo dan Tambaksari, maka jika persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,18639. Apabila persentase balita yang mendapatkan suplemen vitamin-A berkisar antara 56,734% dan 72,265%, yaitu pada Kecamatan Asemrowo dan Tenggilis, maka jika persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 0,14804. Selanjutnya, apabila persentase balita yang mendapatkan suplemen vitamin-A lebih dari 72,265%, yaitu pada Kecamatan Sukomanunggal, Tandes, Pakal, Lukarsanti, Sambikerep, Genteng, Tegalsari, Bubutan, Simokerto, Pabean Cantikan, Semampir, Krembangan, Bulak, Kenjeran, Gubeng, Rungkut, Gunung Anyar, Sukolilo, Mulyorejo, Sawahan, Wonokromo, Karangpilang, Dukuh

Pakis, Wiyung, Gayungan, Wonocolo dan Jambangan, maka jika persentase balita yang mendapat suplemen vitamin-A naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya akan turun sebesar 0,00337 kasus.

3. Apabila variabel X_1 , X_2 , X_4 dan X_5 dianggap konstan maka pengaruh persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) (X_3) terhadap *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah

$$\begin{aligned} \hat{y} &= -10,535X_3 + 14,944(X_3 - 1,086)_+ + \\ &\quad - 45,716(X_3 - 2,837)_+ + 37,333(X_3 - 3,128)_+ \\ &= \begin{cases} 4,409X_3 - 16,229 & , 1,086 \leq X_3 < 2,837 \\ -41,307X_3 + 113,467 & , 2,837 \leq X_3 < 3,128 \\ -3,974X_3 - 3,311 & , X_3 \geq 3,128 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model di atas, dapat diinterpretasikan apabila persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) berkisar antara 1,086% dan 2,837%, maka jika persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,04409. Apabila persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) berkisar antara 2,837% dan 3,128%, maka jika persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun 0,41307. Selanjutnya, Apabila persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) lebih dari 3,128%, yaitu pada Kecamatan Asemrowo, Benowo, Pakal, Bubutan, Simokerto, Kenjeran, Gubeng, Sukolilo, Dukuh Pakis dan Gayungan maka jika persentase berat bayi lahir rendah (BBLR) naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 0,03974.

4. Apabila variabel X_1 , X_2 , X_3 dan X_5 dianggap konstan maka pengaruh persentase balita imunisasi campak (X_4) terhadap *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah

$$\hat{y} = -0,131X_4 + 1,777(X_4 - 25,329)_+ +$$

$$-17,051(X_4 - 46,168)_+ + 15,778(X_4 - 46,641)_+$$

$$= \begin{cases} 1,646X_4 - 45,009 & , \quad X_4 < 46,168 \\ -15,405X_4 + 742,201, & 46,168 \leq X_4 < 49,641 \\ 0,373X_4 - 40,836 & , \quad X_4 \geq 49,641 \end{cases}$$

Berdasarkan model di atas, dapat diinterpretasikan apabila persentase balita imunisasi campak kurang dari 46,168%, yaitu pada Kecamatan Pabean Cantikan, Karangpilang Dukuh Pakis, dan Gayungan maka jika persentase balita imunisasi campak naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,01646. Apabila persentase balita imunisasi campak berkisar antara 46,168% dan 49,641% maka jika persentase balita imunisasi campak naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 0,15405. Selanjutnya, apabila persentase balita imunisasi campak lebih dari 46,168%, yaitu pada Kecamatan Sukoma-nunggal, Asemrowo, Tandes, Benowo, Pakal, Lakarsanti, Sambikerep, Genteng, Tegalsari, Bubutan, Simokerto, Semampir, Krembangan, Bulak, Kenjeran, Gubeng, Rungkut, Tenggilis, Gunung Anyar, Sukolilo, Mulyorejo, Sawahan, Wonokromo, Wiyung, Wonocolo dan Jambangan, maka jika persentase balita imunisasi campak naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,00373.

5. Apabila variabel X_1 , X_2 , X_3 dan X_4 dianggap konstan maka pengaruh persentase pelayanan kesehatan balita (X_5) terhadap *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah

$$\begin{aligned}
\hat{y} &= -11,185X_5 + 20,168(X_5 - 43,477)_+ + \\
&\quad - 27,826(X_5 - 59,251)_+ + 19,231(X_5 - 61,880)_+ \\
&= \begin{cases} -11,185X_5 & , X_5 < 43,477 \\ 8,983X_5 - 876,844 & , 43,477 \leq X_5 < 59,251 \\ -18,843X_5 + 771,874 & , 59,251 \leq X_5 < 61,880 \\ 0,388X_5 - 418,14 & , X_5 \geq 61,880 \end{cases}
\end{aligned}$$

Berdasarkan model di atas, dapat diinterpretasikan apabila persentase pelayanan kesehatan balita kurang dari 43,477%, yaitu pada Kecamatan Tambaksari dan Karangpilang, maka jika persentase pelayanan kesehatan balita naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 0,11185. Apabila persentase pelayanan kesehatan balita berkisar antara 43,477% dan 59,251% maka jika persentase pelayanan kesehatan balita naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,08983. Apabila persentase pelayanan kesehatan balita berkisar antara 59,251% dan 61,880% maka jika persentase pelayanan kesehatan balita naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita turun sebesar 0,18843. Selanjutnya, Apabila persentase pelayanan kesehatan balita lebih dari 61,880% maka jika persentase pelayanan kesehatan balita naik sebesar 1% maka *pneumonia* pada balita naik sebesar 0,00388.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut

1. Kasus *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya sebesar 20,78% pada tahun 2013. Kecamatan Tambaksari yang berada di wilayah Surabaya Timur memiliki jumlah *pneumonia* balita tertinggi di Surabaya sebesar 42,20%,. Kawasan Tambaksari memiliki jumlah balita terbanyak di Surabaya kedua setelah Kenjeran, yaitu sebanyak 1621 balita. Hal ini diakibatkan karena persentase pelayanan kesehatan balita rendah, persentase balita yang mendapat suplemen vitamin A dan imunisasi juga rendah sehingga menyebabkan persentase *pneumonia* pada balita di kecamatan Tambaksari tinggi, sedangkan untuk kecamatan Rungkut merupakan wilayah dengan kawasan yang berkembang di bidang perdagangan atau industri, bahkan kecamatan Rungkut memiliki dua puskesmas, diantaranya Kalirungkut dan Medokanayu dengan pelayanan kesehatan balita yang baik, sehingga menurunkan jumlah *pneumonia* pada balita.
2. Model regresi nonparametrik spline terbaik untuk pemodelan *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya adalah spline dengan kombinasi titik knot (3,2,3,3,3). Koefisien determinasi (R^2) dari model tersebut sebesar 97,224%. Berikut ini adalah model terbaik yang didapatkan.

$$\begin{aligned}
\hat{y} = & -309,724 - 169,238X_1 + 147,565(X_1 - 0,538)_+ + \\
& + 170,438(X_1 - 1,094)_+ - 144,740(X_1 - 1,187)_+ + 18,639X_2 + \\
& - 33,443(X_2 - 56,734)_+ + 14,467(X_2 - 72,265)_+ - 10,535X_3 + \\
& + 14,944(X_3 - 1,086)_+ - 45,716(X_3 - 2,837)_+ + \\
& + 37,333(X_3 - 3,128)_+ - 0,131X_4 + 1,777(X_4 - 25,329)_+ + \\
& - 17,051(X_4 - 46,168)_+ + 15,778(X_4 - 49,641)_+ - 11,185X_5 + \\
& + 20,168(X_5 - 43,477)_+ - 27,826(X_5 - 59,251)_+ + \\
& + 19,231(X_5 - 61,880)_+
\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pengujian signifikansi parameter model, semua variabel berpengaruh signifikan terhadap *pneumonia* pada balita di Kota Surabaya yaitu persentase balita gizi buruk (X_1), persentase balita mendapat suplemen Vitamin-A (X_2), persentase berat bayi lahir rendah (X_3), imunisasi campak (X_4) dan pelayanan kesehatan balita (X_5).

5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis yaitu sebagai berikut.

1. Bagi peneliti selanjutnya sebaiknya menggunakan variabel yang lebih maksimal dan lebih memperhatikan lagi variabel yang akan digunakan, agar mendapatkan model yang sesuai.
2. Bagi pemerintah, sebaiknya lebih memperhatikan dan meningkatkan kesejahteraan para balita agar terhindar dari penyakit *pneumonia*.

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1 Data Pneumonia pada Balita dengan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013	61
Lampiran 2 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot	63
Lampiran 3 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot.....	66
Lampiran 4 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot	69
Lampiran 5 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot	72
Lampiran 6 Program Kombinasi Titik Knot 3 ⁵	78
Lampiran 7 Program Estimasi Parameter dengan Kombinasi Titik Knot (3,2,3,3,3)	79
Lampiran 8 Program Uji Glejser untuk Kombinasi Titik Knot (3,2,3,3,3)	82
Lampiran 9 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot	84
Lampiran 10 Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot.....	85
Lampiran 11 Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot	86
Lampiran 12 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model.....	87
Lampiran 13 Output Uji Glejser.....	89
Lampiran 14 Surat Pernyataan Data	90

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pneumonia pada Balita dengan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Kota Surabaya Tahun 2013

No	Kecamatan	y	x1	x2	x3	x4	x5
1	Sukomanunggal	26.81	1.65	88.48	1.15	98.19	84.18
2	Tandes	11.67	0.91	95.58	1.95	89.63	80.21
3	Asemrowo	9.71	0.55	71.81	4.24	76.80	76.36
4	Benowo	41.49	1.11	45.64	3.17	100.00	100.00
5	Pakal	1.56	0.51	100.00	5.09	68.73	85.90
6	Lakarsantri	9.62	0.87	93.90	3.04	100.00	90.60
7	Sambikerep	12.29	0.65	98.05	2.46	61.61	93.63
8	Genteng	33.45	2.53	100.00	2.50	100.00	97.82
9	Tegalsari	3.51	0.74	98.76	0.49	80.78	63.39
10	Bubutan	4.89	0.65	83.78	4.15	76.14	87.78
11	Simokerto	29.35	1.06	92.09	3.73	100.00	59.95
12	Pabean cantikan	39.61	0.68	81.58	1.55	29.87	55.80
13	Semampir	13.53	2.01	85.13	1.84	67.82	66.32
14	Krembangan	4.11	1.03	88.05	1.12	99.16	67.38
15	Bulak	7.47	2.06	89.32	1.49	100.00	52.39
16	Kenjeran	34.65	1.68	78.64	3.23	84.85	56.73
17	Tambaksari	42.20	0.26	47.24	1.38	49.45	40.63
18	Gubeng	2.55	0.75	94.00	4.36	93.19	96.70
19	Rungkut	1.06	0.72	81.47	1.49	51.63	85.90
20	Tenggiling	32.15	1.14	71.26	0.27	63.66	82.73
21	Gunung Anyar	1.31	0.96	96.20	0.21	62.54	81.14
22	Sukolilo	5.18	0.82	87.97	3.26	79.72	79.46
23	Mulyorejo	20.71	1.33	88.34	2.94	78.17	87.65
24	Sawahan	34.01	1.25	94.98	2.83	100.00	94.45
25	Wonokromo	13.25	0.50	95.28	3.07	74.61	83.00

No	Kecamatan	y	x1	x2	x3	x4	x5
26	Karang Pilang	9.42	0.76	90.50	2.35	19.54	35.59
27	Dukuh Pakis	1.90	0.83	89.05	3.55	14.91	63.83
28	Wiyung	5.25	0.97	73.76	2.30	73.40	71.77
29	Gayungan	31.25	0.54	97.11	7.36	44.75	90.17
30	Wonocolo	3.07	1.23	97.97	2.13	79.52	62.27
31	Jambangan	10.38	1.61	91.69	1.17	72.37	85.18

Keterangan:

- y = Persentase pneumonia pada balita di Kota Surabaya
 x_1 = Persentase balita gizi buruk
 x_2 = Persentase balita yang mendapatkan suplemen vitamin-A
 x_3 = Presentase berat bayi lahir rendah
 x_4 = Persentase balita imunisasi campak
 x_5 = Persentase pelayanan kesehatan balita

Lampiran 2. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

```
GCV1=function(para)
{
data=read.table("e://datapneumonia.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
dataA=data[, (para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot1[j,i]=a[j]
}
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsqr=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
for (j in 1:m)
{
for (k in 1:p)
{
```

```

if (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else
    data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")

```

```
print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsq))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="e:/output GCV1.csv")
write.csv(Rsq, file="e:/output Rsq1.csv")
write.csv(knot1, file="e:/output knot1.csv")
}
```


Lampiran 3. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

```
GCV2=function()
{
data=read.table("e:/datapneumonia.txt", header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(data[,i+1]),max(data[,i+1]),length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
z=(nk*(nk-1)/2)
knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
knot1=rbind(rep(NA,2))
for (j in 1:(nk-1))
{
for (k in (j+1):nk)
{
xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
knot1=rbind(knot1,xx)
}
}
knot2=cbind(knot2,knot1)
}
knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
aa=rep(1,p)
data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
data1=data[,2:q]
```

```

a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
for (j in 1:(2*m))
{
if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
for (k in 1:p)
{
if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else data2[k,j]=data1[k,b]-
knot2[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data1,data2)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsq=as.matrix(Rsq)
cat("=====
=====","\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot","\n")

```

```

cat("=====
=====","\n")
print (knot2)
cat("=====
=====","\n")
cat("Rsq dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
print (Rsqr)
cat("=====
=====","\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====
=====","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write.csv(GCV,file="e:/output GCV2.csv")
write.csv(Rsq,file="e:/output Rsq2.csv")
write.csv(knot2,file="e:/output knot2.csv")
}

```

Lampiran 4. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

```
GCV3=function(para)
{
data=read.table("e://datapneumonia.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
dataA=data[, (para+2):q]
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
knot=knot[2:(nk-1),]
a2=nrow(knot)
z=(a2*(a2-1)*(a2-2)/6)
knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
knot2=rbind(rep(NA,3))
for ( j in 1:(a2-2))
{
for (k in (j+1):(a2-1))
{
for (g in (k+1):a2)
{
xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
knot2=rbind(knot2,xx)
}
}
}
}
```

```

knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:ncol(knot1))
  {
    b=ceiling(j/3)
    for (k in 1:p)
    {
      if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else data1[k,j]=data2[k,b]-
        knot1[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
  MSE=SSE/p
  A=mx%*%C%*%t(mx)
  A1=(F-A)
  A2=(sum(diag(A1))/p)^2
  GCV[i]=MSE/A2
}

```

```

GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsq)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
r=max(Rsqr)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =",s1, "\n")
write.csv(GCV,file="e:/output GCV3.csv")
write.csv(Rsqr,file="e:/output Rsqr3.csv")
write.csv(knot1,file="e:/output knot3.csv")
}

```

Lampiran 5. Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

GCVkom=function(para)
{
data=as.matrix(data)
p1=length(data[,1])
q1=length(data[1,])
v=para+2
F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
diag(F)=1
x1=read.table("e:/x1.txt")
x2=read.table("e:/x2.txt")
x3=read.table("e:/x3.txt")
x4=read.table("e:/x4.txt")
x5=read.table("e:/x5.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
m=0
for (i in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
for (s in 1:3)
{
m=m+1
a[,m]=c(i,j,k,l,s)
}
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^5)
for (i in 1:3^5)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
{
gab=as.matrix(x1[,1])
gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))

```

```

{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1: nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
if (a[i,2]==1)
{
gab=as.matrix(x2[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+1)])
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}

```



```

else
if (a[i,2]==2)
{
gab=as.matrix(x2[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x2[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)], data[, (v+1)], data[, (v+1)]))
bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,3]==1)
{
gab=as.matrix(x3[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+2)])
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,3]==2)
{
gab=as.matrix(x3[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)

```

```

for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)], data[, (v+2)], data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
gab=as.matrix(x4[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+3)])
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,4]==2)
{
gab=as.matrix(x4[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
}
else
{

```

```

gab=as.matrix(x4[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)], data[, (v+3)], data[, (v+3)]))
dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,5]==1)
{
gab=as.matrix(x5[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+4)])
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,5]==2)
{
gab=as.matrix(x5[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x5[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+4)], data[, (v+4)], data[, (v+4)]))
ee=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data), ncol=3)
for (j in 1:3)
for (w in 1:nrow(data))
{

```

```

if (gen[w,j]<gab[h,j]) ee[w,j]=0 else ee[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)), data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%>%mx)
B=C%*(t(mx)%>%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}

if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]
if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
if (a[i,5]==1) splines=x5[,1] else
if (a[i,5]==2) splines=x5[,2:3] else
splines=x5[,4:6]

```

```

kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="output GCV kombinasi.csv")
write.csv(Rsq,file="output Rsq kombinasi.csv")
}

```

Lampiran 6. Program Kombinasi Titik Knot 3^5

```

GCVkom=function(data,para)
{
a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
m=0
for (i in 1:3)
for (j in 1:3)
for (k in 1:3)
for (l in 1:3)
for (n in 1:3)

{
m=m+1
a[,m]=c(i,j,k,l,n)
print(a[,m])
}
}

```

Lampiran 7. Program Estimasi Parameter dengan Kombinasi Titik Knot (3,2,3,3,3)

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("e:/datapneumonia.txt")
knot=read.table("e:/knot.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:5],data[,4],data.knot[,6:8],data[,5],data.knot[,9:11],data[,6],data.knot[,12:14])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====","\n")
cat("Estimasi Parameter","\n")
cat("=====","\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)

```

```

SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----", "\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
  cat("-----", "\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan", "\n")
  cat("", "\n")
}
else
{
  cat("-----", "\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak", "\n")
  cat("-----", "\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan", "\n")
  cat("", "\n")
}

#uji t (uji individu)
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----", "\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu", "\n")
cat("-----", "\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
  thit[i]=B[i,1]/SE[i]
  pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
}

```

```

if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan
pvalue",pval[i],"\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak
signifikan dengan pvalue",pval[i],"\n")
}
thit=as.matrix(thit)
cat("=====", "\n")
cat("nilai t hitung", "\n")
cat("=====", "\n")
print (thit)
cat("Analysis of Variance", "\n")
cat("=====", "\n")
cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit", "\n")
cat("Regresi      ",(n1-1), " ",SSR, " ",MSR, "", Fhit, "\n")
cat("Error        ",p-n1, " ",SSE, "", MSE, "\n")
cat("Total        ",p-1, " ",SST, "\n")
cat("=====", "\n")
cat("s=",sqrt(MSE), "          Rsq=",Rsq, "\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue, "\n")
write.csv(res,file="e:/output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="e:/output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="e:/output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="e:/output uji yhat.csv")
}

```


Lampiran 8. Program Uji Glejser untuk Kombinasi Titik Knot
(3,2,3,3,3)

```

glejser=function(data,knot,res,alpha,para)
{
data=read.table("e:/datapneumonia.txt")
knot=read.table("e:/knot.txt")
res=read.table("e:/resi.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4:5],data[,4],data.knot[,6:8],data[,5],data.knot[,9:11],data[,6],data.knot[,12:14])
mx=as.matrix(mx)
B=(ginv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)

```

```

SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan atau
  terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("","\n")
}
else
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
  signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("","\n")
}
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit","\n")
cat("Regresi    ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
cat("Error      ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")
cat("Total      ",p-1," ",SST,"\n")
cat("=====","\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"          Rsq=",Rsqr,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
}

```

Lampiran 9. Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot

NO	GCV	x1	x2	x3	x4	x5
1	245.923	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
2	244.502	0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
3	243.631	0.399	48.968	0.648	20.120	39.533
4	243.287	0.445	50.078	0.794	21.856	40.848
5	243.123	0.492	51.187	0.940	23.593	42.162
6	243.932	0.538	52.296	1.086	25.329	43.477
7	244.685	0.584	53.406	1.231	27.066	44.791
8	244.987	0.631	54.515	1.377	28.802	46.106
9	248.898	0.677	55.624	1.523	30.539	47.420
10	255.715	0.723	56.734	1.669	32.275	48.735
11	260.242	0.770	57.843	1.815	34.012	50.049
12	264.080	0.816	58.953	1.961	35.748	51.364
13	267.529	0.862	60.062	2.107	37.485	52.678
14	270.948	0.909	61.171	2.253	39.221	53.993
15	273.511	0.955	62.281	2.399	40.958	55.307
16	275.742	1.001	63.390	2.545	42.694	56.622
17	276.141	1.048	64.500	2.691	44.431	57.936
18	275.151	1.094	65.609	2.837	46.168	59.251
19	271.301	1.140	66.718	2.982	47.904	60.565
20	265.290	1.187	67.828	3.128	49.641	61.880
21	258.250	1.233	68.937	3.274	51.377	63.194
22	251.446	1.279	70.047	3.420	53.114	64.509
23	245.430	1.326	71.156	3.566	54.850	65.823
.
.
.
48	232.138	2.484	98.891	7.214	98.263	98.686

Lampiran 10. Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

No	GCV	x1	x2	x3	x4	x5
1	245.923	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
2	244.502	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
3	243.631	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.399	48.968	0.648	20.120	39.533
4	243.287	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.445	50.078	0.794	21.856	40.848
5	243.123	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.492	51.187	0.940	23.593	42.162
6	243.932	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.538	52.296	1.086	25.329	43.477
7	244.685	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.584	53.406	1.231	27.066	44.791
8	244.987	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.631	54.515	1.377	28.802	46.106
9	248.898	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.677	55.624	1.523	30.539	47.420
10	255.715	0.260	45.640	0.210	14.910	35.590
		0.723	56.734	1.669	32.275	48.735
.
.
.
1225	232.138	2.484	98.891	7.214	98.263	98.686
		2.530	100.000	7.360	100.000	100.000

Lampiran 11. Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

No	GCV	x1	x2	x3	x4	x5
1	264.960	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.399	48.968	0.648	20.120	39.533
2	264.960	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.445	50.078	0.794	21.856	40.848
3	264.960	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.492	51.187	0.940	23.593	42.162
4	293.135	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.538	52.296	1.086	25.329	43.477
5	294.701	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.584	53.406	1.231	27.066	44.791
6	296.396	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.631	54.515	1.377	28.802	46.106
7	203.039	0.306	46.749	0.356	16.647	36.904
		0.353	47.859	0.502	18.383	38.219
		0.677	55.624	1.523	30.539	47.420
.
.
.
17296	358.680	2.391	96.672	6.922	94.790	96.057
		2.437	97.781	7.068	96.527	97.371
		2.484	98.891	7.214	98.263	98.686

Lampiran 12. Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Model

Estimasi Parameter

```
[,1]
[1,] -309.7245783
[2,] -169.2389910
[3,] 147.5653060
[4,] 170.4384240
[5,] -144.7400715
[6,] 18.6390362
[7,] -33.4437472
[8,] 14.4677208
[9,] -10.5356442
[10,] 14.9443621
[11,] -45.7165452
[12,] 37.3330113
[13,] -0.1313859
[14,] 1.7772596
[15,] -17.0517934
[16,] 15.7780041
[17,] -11.1854166
[18,] 20.1686957
[19,] -27.8266778
[20,] 19.2310946
```

Kesimpulan hasil uji serentak

Tolak H_0 yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

Kesimpulan hasil uji individu

Gagal tolak H_0 yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4857135

Tolak H_0 yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02289045

Tolak H_0 yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04433165

Tolak H_0 yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.002664527

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.003267166

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04762901

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04101058

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04019074

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.0774256

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04520294

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01570229

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04076394

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.9031932

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.2924814

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0003934079

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0001587386

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 9.031327e-05

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 3.135418e-05

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 7.725433e-06

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.171645e-05

=====

nilai t hitung

=====

[,1]

[1,] -0.7214017

[2,] -2.6425090

[3,] 2.2696904

[4,] 3.8575547

[5,] -3.7398267

[6,] 2.2287674

[7,] -2.3139764

[8,] 2.3254404

[9,] -1.9476594

[10,] 2.2586002

[11,] -2.8533519

[12,] 2.3174018

[13,] -0.1244641

[14,] 1.1056311

[15,] -5.0145451

[16,] 5.6066142

[17,] -5.9918448

[18,] 6.7552286

[19,] -7.8597470

[20,] 7.5192373

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df      SS      MS      Fhit
Regresi     19  5641.734  296.9334  20.27693
Error       11  161.083  14.64391
Total       30  5802.817
=====
```

s= 3.826736 Rsq= 97.22406

pvalue(F)= 5.698853e-06

Lampiran 13. Output Uji Glejser

Kesimpulan hasil uji serentak

Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df      SS      MS      Fhit
Regresi     19  36.57717  1.925114  0.7884127
Error       11  26.85935  2.441759
Total       30  63.43652
=====
```

s= 1.562613 Rsq= 57.65948

pvalue(F)= 0.687349

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Balitapedia. (2012). Dipetik Januari 13, 2015, dari <http://balitapedia.com/fakta-penting-seputar-penyakit-pneumonia-pada-anak-balita/522>
- Budiantara, I.N. (2005). *Model Keluarga Spline Polinomial Truncated dalam Regresi Semiparametric*. Surabaya: Berkala MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Budiantara, I. N. (2006). Model Spline dengan Knot Optimal. *Jurnal Ilmu Dasar, FMIPA, Universitas Jember*, 7,77-85.
- Budiantara, I. N. (2007). Inferensi Statistik untuk Model Spline. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Statistika (Matstat)*, vol. 7, No. 1, Universitas Bina Nusantara, Jakarta, 1-14.
- Depkes, RI. (2008). *Pedoman Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut*. Dirjen PPM&PLP.
- Depkes, RI. (2009). *Pedoman Pemberantasan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut*. Dirjen PPM&PLP.
- Dinkes. (2012). *Profil Dinas Kesehatan Jawa Timur Tahun 2012*. Surabaya.
- Dinkes. (2013). *Profil Dinas Kesehatan Kota Surabaya Tahun 2013*. Surabaya.
- Drapper, N. R., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan* (2 ed.). Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Eubank. (1988). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. Marcel Dekker New York.
- Eubank, R. (1999). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Marcel Dekker.
- Gujarati, D. (1992). *Essentials of Econometrics*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Hananto, M. (2004). Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian *Pneumonia* pada Balita di 4 Propinsi di Indonesia. Jakarta: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Handayani S. Infeksi Campak, Karakteristik dan respon Imunitas yang Ditimbulkan. *Cermin Dunia Kedokteran*. 2005;148:30-5.

- Hartati, S. (2011). *Analisis Faktor Risiko yang Berhubungan dengan Kejadian Pneumonia pada Anak Balita di RSUD Pasar Rebo Jakarta*. Jakarta : Tesis, Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia.
- Hidayah, R.N. (2010). *Pemodelan Proporsi Kasus Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) bagian Atas pada Balita di Kabupaten Gresik dengan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kemenkes, RI. (2012). *Bulletin Pneumonia*. Dipetik Januari 13, 2015, dari www.depkes.go.id/buletin/BULETIN%20PNEUMONIA.pdf
- Klemm R, et al (2008). Newborn Vitamin A Supplementation Reduced Infant Mortality in Rural Bangladesh. *Official Journal of American Academy of Pediatrics Journal*. 122 : 248.
- MDGs. (2008). *Let Speak Out For MDGs*. Dipetik Januari 13, 2015, dari www.bappenas.go.id/get-file-server/2592/
- Noviana, I. (2013). Pemodelan Resiko Penyakit *Pneumonia* pada Balita di Jawa Timur Menggunakan Regresi Biner Logistik Stratifikasi. *Jurnal SAINS & Seni Pomits*. Vol 2, No 2 ISSN:2337-3530.
- Pdpersi. (2012). *Pusat data dan informasi*. Dipetik Januari 13, 2015, dari <http://www.pdpersi.co.id/content/article.php?mid=5&catid=9&nid=866>
- Pondok Ibu. (2012). Dipetik Januari 13, 2015, dari <http://pondokibu.com/kenali-gejala-pneumonia-radang-paru-paru-pada-balita.html>
- Santoso, F.P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia pada Balita di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Sari, S.U.M. (2010) *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk Balita di Kabupaten Sampang dengan Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya: Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suryatningkamto, dkk. (2004). *The Role of Indoor Air Pollution and Other Factors in The Incidence of Pneumonia in Under-Five Children*. Paediatrica Indonesia, 44 (1-2).
- Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observation Data*. SIAM Pennsylvania.
- Walpole, R. (1995). *Pengantar Statistika*. Jakarta: Gramedia Pustaka.
- Wei, W. W. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods (2nd ed.)*. USA: Pearson Addison Wesley.
- WHO dan UNICEF (2006). *The Forgotten Killer of Children*. New York: WHO

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Argita Chintya Devi Nugroho lahir di Magetan pada 08 Juli 1993. Putri pertama dari Bapak Marsudi Nugroho ini banyak memiliki kesukaan, diantaranya photography, modifikasi, kuliner dan traveling. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri Magetan IV, SMP Negeri 1 Magetan, dan SMA Negeri 1 Magetan. Penulis ini melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi yaitu di jurusan Statistika ITS melalui jalur mandiri.

Semasa perkuliahan, penulis hanya mengikuti UKM Dance selama periode 2011-2012, dan menjadi OC mahasiswa baru statistika periode 2012-2013 dan beberapa jabatan panitia kegiatan yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas maupun Institut. Prestasi yang diraih oleh penulis ada akademik dan non-akademik, dimana prestasi akademik yaitu program kreativitas mahasiswa menjadi finalis DAC (*Data Analysis Competition*) dan lolos program keilmiahan PKM dengan dua judul PKM yang didanai oleh DIKTI. Untuk prestasi non-akademik yang diraih selama perkuliahan adalah juara 2 foto model.

Untuk berdiskusi lebih lanjut mengenai tugas akhir, hubungi penulis melalui:

Email : argitachintya@ymail.com
argitachintyadevi@gmail.com

Line : argitachintya

No hp : 085736640007

(Halaman ini sengaja dikosongkan)